

**TUGAS AKHIR - RG 141536**

**ANALISIS PERUBAHAN KUALITAS AIR DAN  
TUTUPAN LAHAN SEMPADAN DANAU  
DENGAN MENGGUNAKAN CITRA MEDIUM  
RESOLUTION IMAGING SPECTROMETER  
(MERIS)  
(Studi Kasus : Danau Sentani, Jayapura)**

**M. ALDILA SYARIZ  
NRP 3511 100 003**

**Dosen Pembimbing  
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**JURUSAN TEKNIK GEOMATIKA  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



**FINAL ASSIGNMENT - RG 141536**

**ANALYZE OF WATER QUALITY AND LAND  
COVER CHANGES OF LAKE USING MEDIUM  
RESOLUTION IMAGING SPECTROMETER  
(MERIS) IMAGE  
(Case Study : Lake Sentani, Jayapura)**

**M. ALDILA SYARIZ  
NRP 3511 100 003**

**Supervisor  
Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2015**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

**ANALISIS PERUBAHAN KUALITAS AIR DAN  
TUTUPAN LAHAN SEMPADAN DANAU DENGAN  
MENGUNAKAN CITRA MEDIUM RESOLUTION  
IMAGING SPECTROMETER (MERIS)  
(Studi Kasus : Danau Sentani, Jayapura)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada**

**Program Studi S-1 Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :**

**M. ALDILA SYARIZ**

**NRP. 3511 100 003**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :**

**1. Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**NIP. 1980 1221 200301 1 001**

**SURABAYA, JUNE 2015**



**ANALISIS PERUBAHAN KUALITAS AIR DAN  
TUTUPAN LAHAN SEMPADAN DANAU DENGAN  
MENGUNAKAN CITRA MEDIUM RESOLUTION  
IMAGING SPECTROMETER (MERIS)  
(Studi Kasus : Danau Sentani, Jayapura)**

**Nama Mahasiswa : M. Aldila Syariz**  
**NRP : 3511 100 003**  
**Jurusan : Teknik Geomatika FTSP-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Lalu Muhamad Jaelani, ST, MSc,  
PhD**

**Abstrak**

*Danau Sentani merupakan salah satu danau yang termasuk dalam 15 Danau Prioritas Indonesia. Konferensi Nasional Danau Indonesia I (KNDI I) menghasilkan beberapa kesepakatan yang ditandatangani oleh sembilan menteri terkait. Salah satunya adalah pengembangan sistem informasi, evaluasi dan informasi danau.*

*Perubahan kualitas air dianalisa dengan menggunakan data citra MEdium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS). Parameter kualitas air yang digunakan adalah Total Suspended Solid (TSS), Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) dan Klorofil-a. Ekstraksi ketiga kualitas air tersebut dilakukan dengan menggunakan 3 (tiga) algoritma koreksi atmosfer MERIS. Ketiga algoritma tersebut adalah Regional Water Processor, Boureal Lakes Processor dan Euthropic Lakes Processor. Perubahan kualitas air ini dipantau pada 10 stasiun yang tersebar di wilayah perairan danau. Selain itu, klasifikasi tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani digunakan sebagai bahan analisa perubahan kualitas air.*

*Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan parameter kualitas air dari tahun 2003-2011. Hal ini*

*disebabkan oleh terjadinya perubahan tutupan lahan di daerah sempadan danau.*

***Kata Kunci : Danau Sentani, MERIS, TSS, CDOM,  
Klorofil-a, Tutupan Lahan***

**ANALYZE OF WATER QUALITY AND LAND  
COVER CHANGES OF LAKE USING MEDIUM  
RESOLUTION IMAGING SPECTROMETER  
(MERIS) IMAGE  
(Case Study : Lake Sentani, Jayapura)**

**Name of Student : M. Aldila Syariz**  
**NRP : 3511 100 003**  
**Department : Geomatics Engineering of FTSP-ITS**  
**Name of Supervisor : Lalu Muhamad Jaelani, ST, MSc, PhD**

**Abstract**

*Lake Sentani is one of the lakes which is included in Fifteen Indonesian Priority Lakes. The 1<sup>st</sup> Indonesia Lakes National Conference (KNDI I) resulted agreements which was signed by nine ministries. One of which is developing of information system, evaluation and lakes information.*

*Water-quality changes are analyzed by using Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) image. Parameter of water qualities are Total Suspended Solid (TSS), Colored Dissolved Organic Matter (CDOM) and Chlorophyll-a. Extraction of these qualities use three MERIS atmosphere corrections. Three of them are Regional Water Processor, Boureal Lakes Processor and Euthropic Lakes Processor. Water-quality changes are observed by using 10 station which are spreaded in the water of lake. Beside that, land cover nearby of Lake Sentani is classified in order to be the object of analyzed of water-quality changes.*



*The results shows that there is a change of water-quality from 2003 until 2011. It is caused by the change of its land cover.*

***Key Words : Sentani Lake, MERIS, TSS, CDOM, Chlorophyll-a, Land Cover***

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Analisis Perubahan Kualitas Air dan Tutupan Lahan Sempadan Danau dengan Menggunakan Citra *MEDium Resolution Imaging Spectrometer* (MERIS) (Studi Kasus : Danau Sentani, Jayapura)”** ini dengan baik.

Selama pelaksanaan penyelesaian tugas akhir, banyak pihak yang telah membantu penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga terutama orang tua yaitu Alm. Bapak Sjamsul Arifin Azis, Ibu Sundari Maduratni, serta dua adik saya yang tercinta, M. Agam Maulana Syariz dan Nanda Puji Islamia Syariz, atas doa dan semua dukungannya selama pengerjaan tugas akhir ini.
2. Bapak Lalu Muhamad Jaelani, ST, MSc, PhD, atas semua bimbingan dan arahannya. Terima kasih atas segala ilmu yang dengan ikhlas diberikan kepada penulis. Semoga menjadi amal jariyah yang selalu bermanfaat bagi Bapak. Serta yang selalu memberi semangat kepada Bapak untuk membagi ilmu kepada teman-teman mahasiswa lain.
3. Bapak DR. Ir. Muhammad Taufik selaku Ketua Jurusan Teknik Geomatika FTSP ITS,
4. Tim Super Nine antara lain Jayeng, Azenk, Kak Fai, Zulfikar, Tama, Fahmi, Rere dan Nura. Terima kasih sudah menjadi kelompok yang saling bahu-membahu untuk sama-sama wisuda di angka 112.
5. Saudara-saudara G13 yang penulis banggakan. Terima kasih atas segala dukungan dan semangat yang diberikan untuk penulis.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan laporan ini.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
HALAMAN PENGESAHAN .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Danau Sentani .....	5
2.1.1 15 Danau Prioritas .....	5
2.1.2 Topografi Danau Sentani .....	6
2.1.3 Fungsi dan Manfaat Danau Sentani .....	7
2.2 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	9
2.3 Klorofil-a .....	10
2.4 <i>Colored Dissolved Organic Matter</i> (CDOM) .....	10
2.5 Citra Satelit .....	11
2.5.1 Satelit Envisat .....	11
2.5.2 Sensor <i>MEdium Resolution Imaging Spectrometer</i> (MERIS) .....	11
2.6 Perbaikan Citra .....	12
2.6.1 Koreksi Atmosfer .....	12
2.7 Klasifikasi .....	13
2.7.1 Klasifikasi Tidak Terselia .....	13
2.7.2 Klasifikasi Terselia .....	14
2.8 Penelitian Terdahulu .....	16

BAB III METODOLOGI .....	17
3.1 Lokasi Penelitian .....	17
3.2 Data dan Peralatan .....	17
3.2.1 Data .....	17
3.2.2 Peralatan .....	19
3.3 Metodologi Penelitian .....	20
3.3.1 Tahapan Pelaksanaan .....	20
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data .....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Perubahan Parameter Kualitas Air Danau Sentani .....	25
4.1.1 Perubahan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....	27
4.1.2 Perubahan <i>Colored Dissolved Organic Matter</i> (CDOM) .....	31
4.1.3 Perubahan Klorofil-a .....	34
4.1.4 Nilai Hubungan Algoritma Regional Water Processor dan <i>C2WP Boureal</i> terhadap <i>C2WP Euthropic</i> .....	37
4.2 Perubahan Tutupan Lahan Danau Sentani .....	55
4.2.1 Perubahan Sempadan Danau Musim Kemarau .....	55
4.2.2 Perubahan Sempadan Danau Musim Penghujan .....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	63
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Sensor MERIS .....	12
Tabel 3.1	Data Citra MERIS .....	18
Tabel 3.2	Data DEM SRTM Danau Sentani .....	19
Tabel 3.3	Data Vektor Danau Sentani .....	19
Tabel 3.4	Data Vektor Sungai di Sekitar Danau Sentani .....	19
Tabel 4.1	Detil Titik Pemotongan .....	25
Tabel 4.2	Detil Titik Sampel .....	26
Tabel 4.3	Nilai <i>RMSE</i> dan <i>RE</i> hubungan <i>Regional</i> <i>Water Processor</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Total Suspended Solid</i> .....	39
Tabel 4.4	Nilai <i>RMSE</i> dan <i>RE</i> hubungan <i>C2WP</i> <i>Boureal</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Total Suspended Solid</i> .....	42
Tabel 4.5	Nilai <i>RMSE</i> dan <i>RE</i> hubungan <i>Regional</i> <i>Water Processor</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Colored Dissolved Organic</i> <i>Matter</i> .....	45
Tabel 4.6	Nilai <i>RMSE</i> dan <i>RE</i> hubungan <i>C2WP</i> <i>Boureal</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Colored Dissolved Organic</i> <i>Matter</i> .....	48
Tabel 4.7	Nilai <i>RMSE</i> dan <i>RE</i> hubungan <i>Regional</i> <i>Water Processor</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter Klorofil-a .....	51
Tabel 4.8	Nilai <i>RMSE</i> dan <i>RE</i> hubungan <i>C2WP</i> <i>Boureal</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter Klorofil-a .....	54

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Kawasan Danau Sentani .....	7
Gambar 2.2	Morfometri Danau Sentani .....	9
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian .....	17
Gambar 3.2	Penampakan Tutupan Lahan Danau Sentani dengan Menggunakan Citra Landsat 8 tanggal 15 Desember 2015 (RGB : Band 4, Band 3, dan Band 2) .....	18
Gambar 3.3	Tahapan Penelitian .....	21
Gambar 3.4	Tahapan Pengolahan Data .....	23
Gambar 4.1	Hasil Pemotongan Wilayah Penelitian (Kombinasi RGB Band 13, Band 5 dan Band 1) .....	25
Gambar 4.2	Sebaran Titik Sampel di Danau Sentani .....	27
Gambar 4.3	Perubahan <i>Total Suspended Solid</i> menggunakan <i>Regional Water Processor</i> ....	28
Gambar 4.4	Perubahan <i>Total Suspended Solid</i> menggunakan <i>C2WP Boureal</i> .....	29
Gambar 4.5	Perubahan <i>Total Suspended Solid</i> menggunakan <i>C2WP Euthropic</i> .....	30
Gambar 4.6	Perubahan <i>Colored Dissolved Organic Matter</i> menggunakan <i>Regional Water Processor</i> .....	31
Gambar 4.7	Perubahan <i>Colored Dissolved Organic Matter</i> menggunakan <i>C2WP Boureal</i> .....	32
Gambar 4.8	Perubahan <i>Colored Dissolved Organic Matter</i> menggunakan <i>C2WP Euthropic</i> .....	33
Gambar 4.9	Perubahan Klorofil-a menggunakan <i>Regional Water Processor</i> .....	34
Gambar 4.10	Perubahan Klorofil-a menggunakan <i>C2WP Boureal</i> .....	35
Gambar 4.11	Perubahan Klorofil-a menggunakan <i>C2WP Euthropic</i> .....	36
Gambar 4.12	Nilai Relasi <i>Regional Water Processor</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Total</i>	



	<i>Suspended Solid</i> .....	39
Gambar 4.13	Nilai Relasi <i>C2WP Boureal</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Total Suspended Solid</i> .....	41
Gambar 4.14	Nilai Relasi <i>Regional Water Processor</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Colored Dissolved Organic Matter</i> .....	44
Gambar 4.15	Nilai Relasi <i>C2WP Boureal</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter <i>Colored Dissolved Organic Matter</i> .....	47
Gambar 4.16	Nilai Relasi <i>Regional Water Processor</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter Klorofil-a .....	50
Gambar 4.17	Nilai Relasi <i>C2WP Boureal</i> dan <i>C2WP Euthropic</i> untuk parameter Klorofil-a .....	53
Gambar 4.18	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 3 Juni 2003 .....	55
Gambar 4.19	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 31 Juli 2005 .....	55
Gambar 4.20	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 12 Juni 2007 .....	56
Gambar 4.21	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 26 Juni 2009 .....	56
Gambar 4.22	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 23 Mei 2011 .....	57
Gambar 4.23	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 1 Desember 2003 .....	58
Gambar 4.24	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 10 November 2005 .....	58
Gambar 4.25	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 8 Februari 2007 .....	59
Gambar 4.26	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 11 Januari 2009 .....	59
Gambar 4.27	Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 25 November 2011 .....	60

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Danau sebagai komponen dari sumberdaya air mempunyai peranan yang penting untuk mendukung kegiatan pertanian, perikanan, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pemenuhan kebutuhan air bersih domestik serta pariwisata. Pemantauan kualitas air dalam rangka pengelolaan danau sangat diperlukan karena kondisi danau yang sangat dinamis akibat perubahan iklim maupun kegiatan antropogenik. (Setiawan dkk 2012)

Pada Konferensi Nasional Danau Indonesia I (KNDI I) Tahun 2009 telah menghasilkan Kesepakatan Bali tentang Pengelolaan Danau Berkelanjutan yang ditandatangani oleh sembilan (9) Menteri terkait yaitu Menteri Negara Lingkungan Hidup, Menteri Dalam Negeri, Menteri Pekerjaan Umum, Menteri Pertanian, Menteri Kehutanan, Menteri Kelautan dan Perikanan, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Menteri Kebudayaan dan Pariwisata serta Menteri Negara Riset dan Teknologi. Kesepakatan tersebut dideklarasikan atas keprihatinan kondisi ekosistem danau di Indonesia yang semakin terancam akibat kerusakan dan pencemaran lingkungan pada daerah tangkapan air (DTA) hingga perairan dananya. Oleh karena itu, arah kebijakan penyelamatan danau pada periode 2010 hingga 2014 diprioritaskan 15 danau di Indonesia yaitu: Danau Toba, Danau Maninjau, Danau Singkarak, Danau Kerinci, Danau Tondano, Danau Limboto, Danau Poso, Danau Tempe, Danau Matano, Danau Mahakam (Semayang, Jempang, Melintang), Danau Sentarum, Danau Sentani, Rawa Danau, Danau Batur, dan Danau Rawa Pening. Penyelamatan danau tersebut ditujukan untuk memulihkan, melestarikan dan mempertahankan fungsi danau berdasarkan prinsip keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungannya melalui 7 program yaitu: (1) pengelolaan ekosistem danau; (2) pemanfaatan sumber daya air danau; (3)

pengembangan sistem monitoring, evaluasi dan informasi danau; (4) penyiapan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi perubahan iklim terhadap danau; (5) pengembangan kapasitas, kelembagaan dan koordinasi; (6) peningkatan peran masyarakat; dan (7) pendanaan berkelanjutan. (Suwanto 2011)

Secara geografis, Danau Sentani terletak di Kabupaten Jayapura pada koordinat 140°23'-140°50' BT dan 2°31'-2°41' LS. Danau Sentani terletak di sebelah Selatan Kota Sentani yang merupakan ibukota Kabupaten Jayapura. Danau Sentani terdapat di Kota Sentani yang meliputi Distrik Sentani, Ebungfau, Waibu, dan Sentani Timur. Danau Sentani dikelilingi oleh perkampungan dimana sebagian besar mata pencaharian masyarakatnya dari budidaya perikanan dan pertanian. Danau Sentani dengan panorama alamnya merupakan aset bagi masyarakat Provinsi Papua. Danau ini dengan berbagai macam fungsi pemanfaatannya telah mengalami penurunan kondisi danau. Adanya pemanfaatan danau yang berlebihan dan kurangnya pemeliharaan menjadi penyebab terjadinya penurunan kualitas sehingga menjadikan kondisi kawasan danau yang mengalami pencemaran, sedimentasi dan kerusakan-kerusakan lain. Pencemaran kualitas perairan Danau Sentani disebabkan oleh adanya buangan limbah domestik pemukiman penduduk di sekitar danau dan buangan (oli dari PLTD, buangan limbah rumah sakit, dan sebagainya). Tanah yang terlarut akibat erosi pada akhirnya akan mengalami sedimentasi di bagian hilir badan air sehingga mengakibatkan pendangkalan di danau. Sebagian bahan sedimentasi itu diakibatkan oleh penggalian, penambangan, penebangan hutan, pembukaan lahan, dan pembangunan jalan di Pegunungan Cycloops. Erosi tanah yang memasuki badan air dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas perairan, antara lain penurunan nilai kecerahan serta peningkatan nilai kekeruhan dan padatan tersuspensi. (Profil 15 Danau Prioritas Nasional 2009-2014, 2011)

Untuk memberikan informasi perubahan kualitas air Danau Sentani, diperlukan suatu teknologi yaitu dengan pemanfaatan citra penginderaan jauh. Kelebihan dari

penggunaan penginderaan jauh adalah dapat memonitor dan menganalisa perubahan kualitas air danau dan perubahan tutupan lahan di daerah sempadan danau.

Dalam pengolahannya, menggunakan citra *MEDium Resolution Imaging Spectrometer* (MERIS) wilayah Danau Sentani. Citra ini kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak *VISAT 5.0* untuk melakukan koreksi, deliniasi, serta klasifikasi penggunaan lahan seperti air, vegetasi, pemukiman, dan lahan terbuka. Adapun hasil dari pengolahan citra adalah Peta Perubahan Kualitas Air Danau Sentani pada Tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011 serta Peta Perubahan Tutupan Lahan di Daerah Sempadan Danau Sentani pada Tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana perubahan nilai parameter kualitas air pada Danau Sentani dari tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011?
- b. Bagaimana perubahan tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani dari tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Penelitian ini menjelaskan tentang perubahan kualitas air danau dengan parameter *Total Suspended Solid* (TSS), *Colored Dissolved Organic Matter* (CDOM), dan Klorofil-a.
- b. Penelitian ini menjelaskan tentang perubahan tutupan lahan pada daerah sempadan air dalam mempengaruhi perubahan kualitas air.
- c. Danau Sentani merupakan danau bertipe eutrofik.

- d. Tutupan lahan diklasifikasi dengan menggunakan metode tidak terselia (*Non-hierarchical K-means Clustering*).
- e. Batas danau dan daratan diunduh dari *website* <http://portal.ina-sdi.or.id>.
- f. Peta dibuat dengan menggunakan skala maksimum citra MERIS yaitu 1:600000.

#### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui perubahan nilai kualitas air Danau Sentani pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011.
- b. Untuk mengetahui perubahan tutupan lahan pada daerah sempadan air Danau Sentani pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011.

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Memberikan informasi tentang perubahan kualitas air Danau Sentani pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011.
- b. Memberikan informasi tentang perubahan tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani sebagai bahan analisa untuk perubahan kualitas air Danau Sentani pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Danau Sentani**

##### **2.1.1 15 Danau Prioritas**

Pada Konferensi Nasional Danau Indonesia I (KNDI I) Tahun 2009 telah menghasilkan Kesepakatan Bali tentang Pengelolaan Danau Berkelanjutan yang ditandatangani oleh sembilan (9) Menteri terkait yaitu Menteri Negara Lingkungan Hidup, Menteri Dalam Negeri, Menteri Pekerjaan Umum, Menteri Pertanian, Menteri Kehutanan, Menteri Kelautan dan Perikanan, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Menteri Kebudayaan dan Pariwisata serta Menteri Negara Riset dan Teknologi. Kesepakatan tersebut dideklarasikan atas keprihatinan kondisi ekosistem danau di Indonesia yang semakin terancam akibat kerusakan dan pencemaran lingkungan pada daerah tangkapan air (DTA) hingga perairan dananya. Oleh karena itu, arah kebijakan penyelamatan danau pada periode 2010 hingga 2014 diprioritaskan 15 danau di Indonesia yaitu: Danau Toba, Danau Maninjau, Danau Singkarak, Danau Kerinci, Danau Tondano, Danau Limboto, Danau Poso, Danau Tempe, Danau Matano, Danau Mahakam (Semayang, Jempang, Melintang), Danau Sentarum, Danau Sentani, Rawa Danau, Danau Batur, dan Danau Rawa Pening.

Penyelamatan danau tersebut ditujukan untuk memulihkan, melestarikan dan mempertahankan fungsi danau berdasarkan prinsip keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungannya melalui 7 program yaitu: (1) pengelolaan ekosistem danau; (2) pemanfaatan sumber daya air danau; (3) pengembangan sistem monitoring, evaluasi dan informasi danau; (4) penyiapan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi perubahan iklim terhadap danau; (5) pengembangan kapasitas, kelembagaan dan koordinasi; (6) peningkatan peran

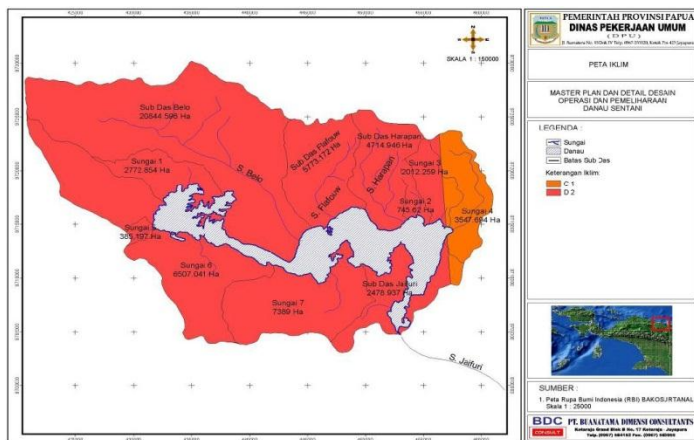
masyarakat; dan (7) pendanaan berkelanjutan. (Suwanto 2011)

### 2.1.2 Topografi Danau Sentani

Secara geografis, Danau Sentani terletak di Kabupaten Jayapura pada koordinat  $140^{\circ}23'$ - $140^{\circ}50'$  BT dan  $2^{\circ}31'$ - $2^{\circ}41'$  LS. Danau Sentani terletak di sebelah Selatan Kota Sentani yang merupakan ibukota Kabupaten Jayapura. Danau Sentani terdapat di Kota Sentani yang meliputi Distrik Sentani, Ebungfau, Waibu, dan Sentani Timur. Danau Sentani dikelilingi oleh perkampungan dimana sebagian besar mata pencaharian masyarakatnya dari budidaya perikanan dan pertanian.

Danau Sentani yang memiliki luas 9.630 hektar (ha) dan kedalaman 70 m dpl merupakan satu kesatuan dengan Cagar Alam Pegunungan Cycloops (Jayapura) yang berareal 245.000 ha. Pegunungan Cycloops yang berbatasan dengan Kota Jayapura ditetapkan menjadi cagar alam (tahun 1995) sebagai pusat penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan.

Danau Sentani mendapatkan suplai dari sekitar  $\pm 34$  sumber mata air dari pegunungan Cycloop. Sumber air danau ini berasal dari 14 sungai besar dan kecil. Luas daerah tangkapan air danau sekitar 600 km<sup>2</sup>. Ada satu muara yaitu Sungai Djaifuri yang terletak di sebelah Timur (daerah Puay). Beberapa inlet Danau Sentani yaitu Sungai Belo, Sungai Flafouw, dan Sungai Harapan. Danau Sentani merupakan danau eutrofik. Kondisi eutrofik sudah pada taraf penurunan kualitas perairan (Surbakti 2011). Adapun peta kawasan Danau Sentani dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta Kawasan Danau Sentani  
(Profil 15 Danau Prioritas Nasional 2009-2014)

Kondisi topografi ekosistem Danau Sentani didominasi oleh pegunungan dan perbukitan yang merupakan bagian dari Pegunungan Cycloop dan telah ditetapkan sebagai kawasan cagar alam setempat. (Profil 15 Danau Prioritas Nasional 2009-2014, 2011)

### 2.1.3 Fungsi dan Manfaat Danau Sentani

Mengacu pada Profil 15 Danau Prioritas Nasional 2009-2014, adapun fungsi dan manfaat Danau Sentani adalah sebagai berikut.

#### a. Irigasi

Saat ini Danau Sentani digunakan sebagai tampungan air untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat, baik domestik, industri maupun irigasi. Air yang keluar dari danau mengalir ke Sungai Jaifuri yang kemudian masuk ke Sungai Tami. Air Sungai Tami ini melalui Bendung Tami dimanfaatkan sebagai air irigasi untuk lahan pertanian kawasan transmigrasi Arso. Pemanfaatan danau untuk irigasi dan pasokan air untuk domestik dan industri.



b. Pariwisata

Danau Sentani juga dimanfaatkan sebagai salah satu sumber mata pencaharian utama masyarakat. Hasil ikan dari Danau Sentani dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan. Selain itu kawasan danau yang digunakan untuk pariwisata mendatangkan keuntungan bagi masyarakat yang bergelut dalam bidang industri dan perdagangan.

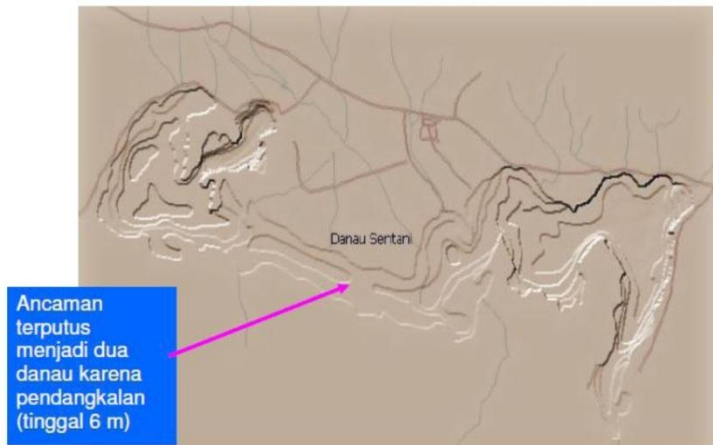
c. Transportasi

Pemanfaatan lain dari Danau Sentani adalah untuk prasarana transportasi bagi masyarakat. Danau ini menjadi penghubung wilayah Kabupaten Jayapura, Kabupaten Keerom dan Kota Jayapura.

d. Perikanan

Selain sebagai prasarana transportasi air, pendayagunaan Danau Sentani pada saat ini masih terbatas pada kegiatan budidaya perikanan yaitu kegiatan perikanan tangkap dan budidaya.

Danau Sentani dengan panorama alamnya merupakan aset bagi masyarakat Provinsi Papua. Danau ini dengan berbagai macam fungsi pemanfaatannya telah mengalami penurunan kondisi danau. Adanya pemanfaatan danau yang berlebihan dan kurangnya pemeliharaan menjadi penyebab terjadinya penurunan kualitas sehingga menjadikan kondisi kawasan danau yang mengalami pencemaran, sedimentasi dan kerusakan-kerusakan lain. Pencemaran kualitas perairan Danau Sentani disebabkan oleh adanya buangan limbah domestik pemukiman penduduk di sekitar danau dan buangan (oli dari PLTD, buangan limbah rumah sakit, dan sebagainya). Salah satu krisis yang terjadi pada Danau Sentani adalah adanya pendangkalan yang terjadi di tengah danau. Morfometri Danau Sentani dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Morfometri Danau Sentani  
(Profil 15 Danau Prioritas Nasional 2009-2014)

## 2.2 Total Suspended Solid

Total padatan tersuspensi (TSS) mencakup semua partikel tersuspensi dalam air yang tidak akan melewati filter. Peningkatan konsentrasi TSS menyebabkan kekeruhan yang dapat mengganggu penetrasi cahaya ke dalam perairan. Keberadaan TSS dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan yang pada akhirnya akan berdampak buruk bagi kelangsungan hidup manusia, seperti pendangkalan pelabuhan, punahnya beberapa ekosistem perairan, dan kerusakan lingkungan. (Susiati, Kusratmoko, and Poniman 2010)

Kandungan TSS memiliki hubungan yang erat dengan kecerahan perairan. Keberadaan padatan tersuspensi tersebut akan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke perairan sehingga hubungan antara TSS dan kecerahan akan menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Nilai TSS umumnya semakin rendah ke arah laut. Hal ini disebabkan padatan tersuspensi tersebut disuplai oleh daratan melalui aliran sungai. Keberadaan padatan tersuspensi masih bisa berdampak positif apabila tidak melebihi toleransi sebaran suspensi baku mutu kualitas perairan

yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup, yaitu 70 mg/L. (Herfinalis 2005)

### **2.3 Klorofil-a**

Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas bersama-sama dengan karoten dan xantofil pada semua makhluk hidup yang mampu melakukan fotosintesis. Pada semua tanaman hijau, sebagian besar klorofil berada dalam dua bentuk yaitu klorofil-a dan klorofil-b. Klorofil-a bersifat kurang polar dan berwarna biru hijau, sedangkan klorofil-b bersifat polar dan berwarna kuning hijau. Klorofil berwarna hijau karena menyerap secara kuat daerah merah dan biru dari spektrum cahaya tampak. (SEAFast 2012)

Klorofil-a adalah pigmen hijau utama yang ditemukan dalam semua tanaman termasuk ganggang fitoplankton. Konsentrasi klorofil-a di muara, pantai, atau perairan laut digunakan sebagai sebuah indikator adanya biomassa plankton (National Land and Water Resources Audit 2008). Kandungan klorofil-a fitoplankton di suatu perairan dapat digunakan sebagai ukuran biomassa fitoplankton dan dijadikan petunjuk dalam melihat kesuburan perairan. Kualitas perairan yang baik merupakan tempat hidup dan berkembang yang baik bagi fitoplankton, karena kandungan klorofil-a fitoplankton itu sendiri dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas suatu perairan. (Arifin 2009)

### **2.4 Colored Dissolved Organic Matter**

Bahan organik terlarut atau *Dissolved Organic Matter* (DOM) adalah *reservoir* terbesar dari karbon organik dalam lingkungan air. CDOM memberikan kontribusi untuk penyerapan cahaya dan juga mungkin bahan bakar respirasi bakteri sambil membawa sejumlah besar karbon, nitrogen, dan fosfor untuk muara, sehingga secara tidak langsung berkontribusi terhadap eutrofikasi. (Corbett 2007)

Konsentrasi CDOM, status fotodegradasi dan konsentrasi bahan di dalam air memiliki pengaruh yang signifikan terhadap fitoplankton fotosintesis, melalui penyerapan cahaya pada panjang gelombang biru dari spektrum yang terlihat, yang sesuai dengan puncak penyerapan fitoplankton utama. CDOM juga dapat mempengaruhi transportasi dan ketersediaan jejak logam. (Brewin dkk 2013)

## **2.5 Citra Satelit**

### **2.5.1 Satelit Envisat**

Envisat adalah wahana yang terbang di angkasa terbesar dan paling kompleks satelit yang pernah dibangun di Eropa. Ini akan membawa serangkaian instrumen yang secara komprehensif dirancang untuk mengamati seluruh rangkaian yang saling terkait fenomena yang terjadi di bumi sebagai suatu sistem. Secara khusus dan substansional, Envisat harus meningkatkan pengetahuan tentang faktor penentu di lingkungan. Ini akan membuat kontribusi yang signifikan terhadap lingkungan studi, terutama di bidang kimia atmosfer dan studi laut, termasuk biologi kelautan. (Dubock dkk 2001)

### **2.5.2 Sensor MEdium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS)**

Instrumen MERIS memproduksi 15 citra multispektral (dalam 15 band spektral antara 390 nm dan 1040 nm). 15 band tersebut terdiri dari sinyal tampak dan inframerah (Bézy, Delwart, dan Rast 2000). Data pengukuran MERIS digunakan untuk mendapatkan informasi seperti:

- a. Parameter *ocean color* di perairan terbuka seperti klorofil dan parameter perairan pantai seperti klorofil, zat organik terlarut, dan konsentrasi zat terperangkap,
- b. Karakteristik awan, seperti *top pressure* dan *optical thickness*,
- c. Adanya vegetasi,
- d. Parameter atmosfer seperti kelembaman air, tipe air, dan uap air.

Adapun karakteristik pada sensor MERIS dijelaskan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Sensor MERIS  
(Envisat-1 Products Specifications)

<b>Panjang gelombang tengah (nm)</b>	<b>Lebar kanal (nm)</b>	<b>Kegunaan</b>
412,5	10	Substansi kuning dan pigmen
442,5	10	Absorpsi klorofil maksimal
490	10	Klorofil dan pigmen lainnya
510	10	Sedimen tersuspensi dan perkembangan alga
560	10	Absorpsi klorofil minimum
620	10	Sedimen tersuspensi
665	10	Absorpsi klorofil
681,25	7,5	Klorofil
705	10	Koreksi atmosfer
753,75	7,5	Vegetasi, awan
760,625	3,75	Absorpsi oksigen R-branch
775	15	Koreksi atmosfer
865	20	Vegetasi, referensi uap air
885	10	Koreksi atmosfer
900	10	Uap air, tanah

## 2.6 Perbaikan Citra

Perbaikan citra dilakukan untuk mengembalikan citra sesuai dengan kenampakan aslinya di muka bumi. Langkah yang dilakukan adalah koreksi atmosfer.

### 2.6.1 Koreksi Atmosfer

Koreksi atmosfer adalah koreksi untuk menghilangkan kesalahan radiansi yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer (*path radiance*). Hamburan atmosfer bervariasi menurut panjang gelombang

dan nilai koreksi atmosfer berbeda-beda pada masing-masing band citra. Koreksi atmosfer merupakan langkah pertama yang sangat penting untuk melakukan penginderaan jauh pada *water-color*. (Jaelani dkk 2013)

Terdapat beberapa algoritma yang telah dikembangkan, salah satunya adalah Algoritma C2WP (*Case 2 Water Processor*). Algoritma ini meliputi tiga processor yang berbeda yaitu *Case-2 Regional Water Processor*, *C2WP Euthropic*, dan *Boreal Lakes Processor*. Ketiga *processor* tersebut memiliki arsitektur yang sama, tetapi model dari bio-optik ketiga *processor* tersebut dioptimalkan ke dalam beberapa konsentrasi yang berbeda seperti klorofil-a, *Total Suspended Matter* (TSM), dan substansi kuning (CDOM). (Jaelani dkk 2013)

Adapun algoritma dari dari TSM, Klorofil-a, dan CDOM adalah sebagai berikut.

$$TSM = 1,042 \times b_{TSM(443)} \dots\dots\dots (1)$$

$$Chl - a = 62,6 \times a_{pig(443)}^{1,29} \dots\dots\dots (2)$$

$$CDOM = a_{ys(440)} \dots\dots\dots (3)$$

$b_{TSM(443)}$  adalah banyaknya nilai scatter dari partikel yang tertangkap oleh sensor.  $a_{pig(443)}$  adalah koefesien absorpsi dari fitoplankton.  $a_{ys(440)}$  adalah nilai absorpsi dari bahan organik terlarut. (Doerffer dan Schiller 2008)

## 2.7 **Klasifikasi**

### 2.7.1 Klasifikasi Tidak Terselia

Klasifikasi tak terselia (*unsupervised classification*) dilakukan sesuai dengan *default* yang ada pada program atau *software* yang digunakan. Proses ini merupakan proses literasi yang menghasilkan pengelompokan akhir gugus-gugus spektral. Hasil klasifikasi tak terselia biasanya merupakan panduan dasar dalam pelaksanaan kegiatan lapangan berikutnya. Setelah dilakukan kegiatan pengecekan lapangan biasanya pada metoda *hybrid*, klasifikasi dilanjutkan dengan klasifikasi terselia. (Lillesand dan Kiefer 1994)

Adapun macam-macam klasifikasi tidak terselia adalah sebagai berikut.

a. *Hierarchical Clustering*

Terdapat banyak tipe dalam melakukan pengklasifikasian. *Hierarchical clustering* adalah salah satu dari metode pengklasifikasian yang mudah. Metode ini dapat digunakan untuk mengelompokkan ataupun untuk memecah belah. Pengelompokan dengan menggunakan metode ini dimulai dengan pembentukan kelompok yang di dalamnya berisi nilai setiap data asli (piksel). Dengan menggunakan iterasi, kelompok yang hampir sama digabung menjadi satu kelompok. Metode ini berakhir pada pengelompokan yang baik. Metode ini tidak dapat melakukan pemecahan dari kelompok-kelompok yang sudah dibentuk. (Norusis 2009)

b. *K-means Clustering*

*K-means Clustering* merupakan metode *clustering* yang paling sederhana dan umum. Hal ini dikarenakan *K-means* mempunyai kemampuan mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu komputasi yang relatif cepat dan efisien. Namun, *K-means* mempunyai kelemahan yang diakibatkan oleh penentuan pusat awal *cluster*. Hasil *cluster* yang terbentuk dari metode *K-means* ini sangatlah tergantung pada inisiasi nilai pusat awal *cluster* yang diberikan. (Alfina, Santosa, dan Barakbah 2012)

### 2.7.2 Klasifikasi Terselia

Klasifikasi terselia (*supervised classification*) meliputi sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan objek contoh objek (berupa nilai *spectral*) oleh operator. Contoh ini disebut sampel, dan lokasi geografis kelompok piksel sampel ini disebut sebagai daerah contoh (*training area*) (Danoesoebroto 2010). Artinya kita sudah mengetahui *landcover* dari *training area* yang kita buat. *Training area* merupakan sampel kelas yang sudah kita ketahui di lapangan.

Metode ini sering digunakan untuk meningkatkan hasil klasifikasi. Dibandingkan dengan metode klasifikasi tak terselia, metode ini lebih akurat.

Algoritma klasifikasi terselia yang umum digunakan adalah sebagai berikut.

a. *Parallelepiped* (Non-Parametrik)

Dalam aturan *Parallelepiped*, nilai data dari kandidat piksel dibandingkan dengan batas atas dan bawah. Batas ini dapat berupa nilai data minimum dan maksimum dari masing-masing band, perataan dari setiap band, batasan-batasan yang dapat ditentukan sendiri, berdasarkan pengetahuan pribadi tentang data.

b. *Minimum Distance* (Parametrik)

Metode klasifikasi ini diperoleh dengan cara perhitungan jarak antara pasangan piksel-piksel setelah penentuan data pada “daerah pelatihan/ROI”. Teknik klasifikasi ini adalah dengan mengambil piksel yang diketahui identitasnya, kemudian piksel terdekatnya yang tidak diketahui diberikan identitas yang sama sehingga semua piksel akan terklasifikasi. Hitungan jarak yang digunakan adalah hitungan jarak Euclidean sederhana, dihitung rata-rata dari setiap kelas yang diinginkan lalu klasifikasi piksel-piksel yang tidak diketahui ke dalam suatu kelas. (Danoesoebroto 2010)

c. *Maximum Likelihood* (Parametrik)

Metode klasifikasi ini menggunakan data “daerah pelatihan/ROI” sebagai upaya untuk mengestimasi rata-ratanya dan variasi kelas yang kemudian digunakan untuk mengestimasi probabilitas. Tidak hanya mempertimbangkan nilai rata-rata dalam menentukan klasifikasi, tetapi juga variabilitas dari nilai-nilai kecerahan (*brightness values*) dari masing-masing kelas. Metode klasifikasi ini merupakan klasifikasi yang paling akurat dari semua metode klasifikasi terselia selama data “daerah pelatihan/ROI” juga akurat.



d. *Mahalanobis Distance* (Parametrik)

Klasifikasi *Mahalanobis Distance* hampir sama dengan klasifikasi *Minimum Distance*. Namun, metode ini juga memperhitungkan arah penyebaran data kelas menggunakan matriks kovariansi. Parameter variansi dan kovariansi yang dimasukkan, menjadikan gugusan yang variasinya sangat beragam akan terjadi kesamaan variasi kelasnya dan sebaliknya.

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Peristiwa Lumpur Lapindo yang terjadi pada tahun 2006 mengakibatkan terjadi pencemaran di muara Kali Porong di Selat Madura. Hal ini disebabkan oleh adanya Keputusan Presiden Republik Indonesia pada tahun 2006 yang berisi tentang skenario pengendalian lumpur untuk mengantisipasi jebolnya tanggul yang lebih parah. Untuk itu, perlu dilakukan kegiatan monitoring kualitas air di muara Kali Porong di Selat Madura. Salah satu parameter yang diteliti adalah *Total Suspended Matter* (TSM). Pemilihan citra Aqua dikarenakan wilayah penelitian adalah perairan. Serta citra Modis dikarenakan kalibrasi radiometrik spasial dan spektral yang dilakukan waktu mengorbit.

Citra Aqua/Modis dikoreksi geometrik dengan mengacu pada Peta RBI. Batasan kebenaran koreksi ini adalah nilai *RMS Error* kurang dari atau sama dengan 1 piksel. Perhitungan nilai TSM dihitung dengan menggunakan algoritma Keutser dan perangkat lunak Envi 4.6.1. Setelah itu, dilakukan perbandingan data TSM yang didapatkan dari citra dengan data lapangan. Terdapat perbedaan nilai TSM yang besar antara citra dengan data lapangan. Perbedaan terbesar terletak pada titik 24 yaitu 94,63 mg/L dan terkecil terletak pada titik 10 yaitu 1,79 mg/L. (Bidayah 2011)

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian tugas akhir ini adalah Danau Sentani yang terletak di Kabupaten Jayapura pada koordinat  $2^{\circ}31' - 2^{\circ}41'$  LS dan  $140^{\circ}23' - 140^{\circ}50'$  BT (gambar 3.1). Danau Sentani terletak di sebelah Selatan Kota Sentani yang merupakan ibukota Kabupaten Jayapura. Danau Sentani terdapat di Kota Sentani yang meliputi Distrik Sentani, Ebungfau, Waibu, dan Sentani Timur. Penampakan tutupan lahan di daerah sekitar Danau Sentani dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian  
(<http://tanahair.indonesia.go.id>)



Gambar 3.2 Penampakan Tutupan Lahan Danau Sentani dengan Menggunakan Citra Landsat 8 tanggal 15 Desember 2015 (RGB : Band 4, Band 3, dan Band 2)

### **3.2 Data dan Peralatan**

#### **3.2.1 Data**

Adapun data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Data citra MERIS pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011 dijelaskan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Citra MERIS

<b>No</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Nama File</b>
1	3 Juni 2003	MER_FRS_1PNUPA20030603_00 3057_000000162017_00002_06569 _4690.N1
2	1 Desember 2003	MER_FRS_1PNUPA20031201_00 4227_000005512022_00088_09160 _9573.N1
3	31 Juli 2005	MER_FRS_1PNUPA20050731_00 3305_000001852039_00274_17863 _1907.N1
4	19 November 2005	MER_FRS_1PNUPA20051119_00 4415_000004472042_00360_19452 _0813.N1
5	8 Februari 2007	MER_FRS_1PNUPA20070208_00 2754_000005122055_00231_25836 _0486.N1
6	12 Juni 2007	MER_FRS_1PNUPA20070612_00 3027_000005122059_00002_27611 _7283.N1
7	11 Januari 2009	MER_FRS_1PNUPA20090111_00 3043_000005122075_00274_35899 _6184.N1
8	26 Juni 2009	MER_FRS_1PNUPA20090626_00 1631_000005122080_00145_38275 _6516.N1
9	23 Mei 2011	MER_FRS_1PNUPA20110523_00 4036_000005513102_00390_48249 _6008.N1
10	25 November 2011	MER_FRS_1PNUPA20111125_00 2319_000005513109_00045_50921 _2634.N1

- b. Data DEM SRTM versi 4.1 untuk wilayah Danau Sentani dijelaskan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data DEM SRTM Danau Sentani

<b>No</b>	<b>Nama File</b>
1	srtm_65_13.hdr
2	srtm_65_13.tfw
3	srtm_65_13.tiff

- c. Data vektor batas danau dan sungai dijelaskan pada tabel 3.3 dan tabel 3.4.

Tabel 3.3 Data Vektor Batas Danau Sentani

<b>No</b>	<b>Nama File</b>
1	Danau.dbf
2	Danau.prj
3	Danau.sbn
4	Danau.sbx
5	Danau.shp
6	Danau.shp.xml
7	Danau.shx

Tabel 3.4 Data Vektor Sungai di Sekitar Danau Sentani

<b>No</b>	<b>Nama File</b>
1	Sungai.dbf
2	Sungai.prj
3	Sungai.sbn
4	Sungai.sbx
5	Sungai.shp
6	Sungai.shp.xml
7	Sungai.shx

### 3.2.2 Peralatan

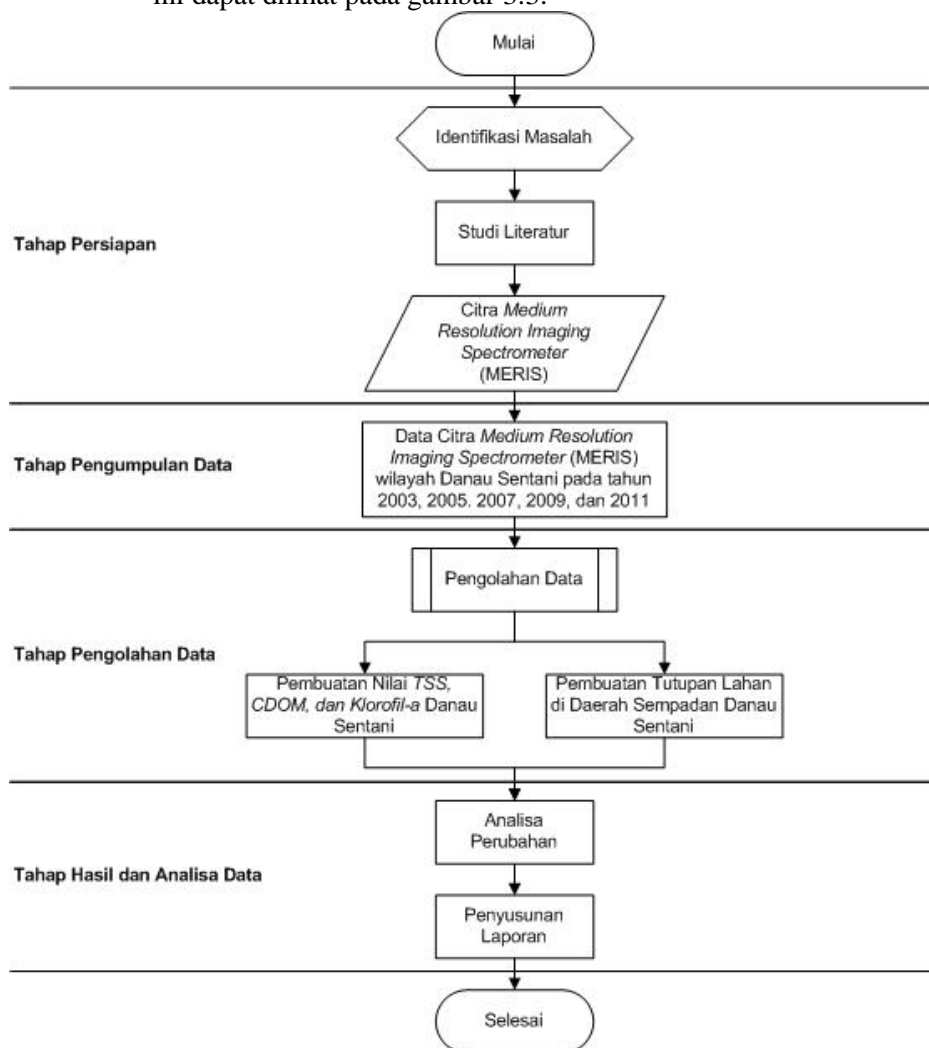
Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

- ArcGIS 10.1
- VISAT 5.0
- EOLI 9.4.3

### 3.3 Metodologi Penelitian

#### 3.3.1 Tahapan Pelaksanaan

Adapun diagram alir tahapan penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tahapan Penelitian

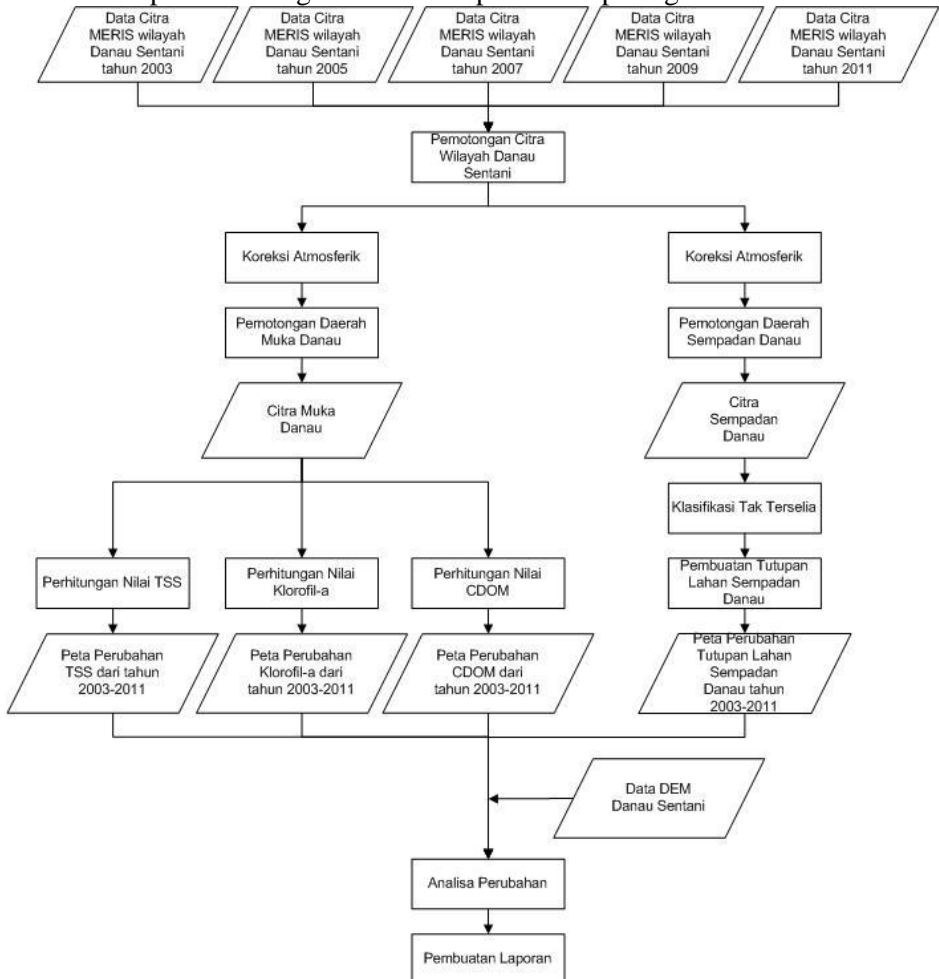
- a. Tahap Persiapan
  - i. Permasalahan yang diidentifikasi adalah perlunya pembuatan peta perubahan kualitas air laut dengan parameter TSS, Klorofil-a, dan CDOM dengan memperhatikan perubahan tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani sebagai langkah pendukung kegiatan 15 danau prioritas untuk direhabilitasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup.
  - ii. Studi Literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi tentang spesifikasi citra MERIS.
- b. Tahap Pengumpulan Data
 

Data citra dapat di-*preview* dengan menggunakan perangkat lunak EOLI-SA untuk memilih citra yang memiliki gangguan paling kecil. Setelah didapatkan nama citra, dilakukan pengunduhan melalui *website* <http://earth.esa.int>. Data DEM SRTM versi 4.1 diunduh dari *website* <http://srtm.csi.cgiar.org>. Serta data vektor Danau Sentani diunduh dari *website* <http://portal.inasdi.or.id>.
- c. Tahap Pengolahan Data
 

Tahap ini dapat dilihat di gambar 3.4.
- d. Tahap Hasil dan Analisa Data
  - i. Menganalisa perubahan nilai TSS, Klorofil-a, dan CDOM dengan memperhatikan perubahan tutupan lahan di daerah tangkapan air Danau Sentani.
  - ii. Pembuatan laporan merupakan langkah akhir dari penelitian tugas akhir ini.

### 3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Adapun diagram alir tahapan pengolahan data penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tahapan Pengolahan Data



Adapun penjelasan tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut.

- a. Didapatkan citra MERIS untuk wilayah Danau Sentani pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011.
- b. Pemotongan citra pada wilayah Danau Sentani.
- c. Melakukan koreksi atmosfer dengan menggunakan 3 metode yaitu *Regional Water Processor*, *C2WP Euthropic*, dan *C2WP Boureal*.
- d. Melakukan pemotongan citra pada wilayah muka dan sempadan Danau Sentani.
- e. Dengan data hasil pemotongan wilayah muka Danau Sentani, lakukan perhitungan nilai TSS, Klorofil-a, dan CDOM pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011. Setelah itu, dibuat peta perubahan nilai TSS, Klorofil-a, dan CDOM Danau Sentani.
- f. Dengan data hasil pemotongan wilayah sempadan Danau Sentani, lakukan pengklasifikasian tutupan lahan pada tahun 2003, 2005, 2007, 2009, dan 2011 dengan menggunakan metode klasifikasi tidak terselia (*K-means Clustering*). Setelah itu, dibuat peta perubahan tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani.
- g. Melakukan analisa perubahan nilai TSS, Klorofil-a, dan CDOM dengan memperhatikan perubahan tutupan lahan dan data DEM di daerah sempadan Danau Sentani.
- h. Pembuatan laporan.

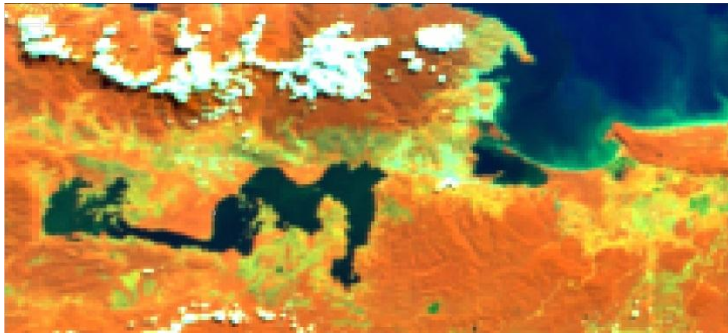
## BAB IV HASIL DAN ANALISA

### 4.1 Perubahan Parameter Kualitas Air Danau Sentani

Pemotongan citra dilakukan untuk memfokuskan pengolahan pada wilayah penelitian. Detil titik pemotongan citra dijelaskan pada tabel 4.1. Serta hasil pemotongan citra Danau Sentani dapat dilihat pada gambar 4.1.

Tabel 4.1 Detil Titik Pemotongan

Keterangan Titik	Koordinat	
	LS	BT
Kiri Atas	2°24'57,6"	140°23'56,4"
Kanan Atas	2°24'57,6"	140°49'48,0"
Kanan Bawah	2°46'30,0"	140°49'48,0"
Kiri Bawah	2°46'30,0"	140°23'56,4"



Gambar 4.1 Hasil Pemotongan Wilayah Penelitian (Kombinasi  
RGB Band 13, Band 5 dan Band 1)

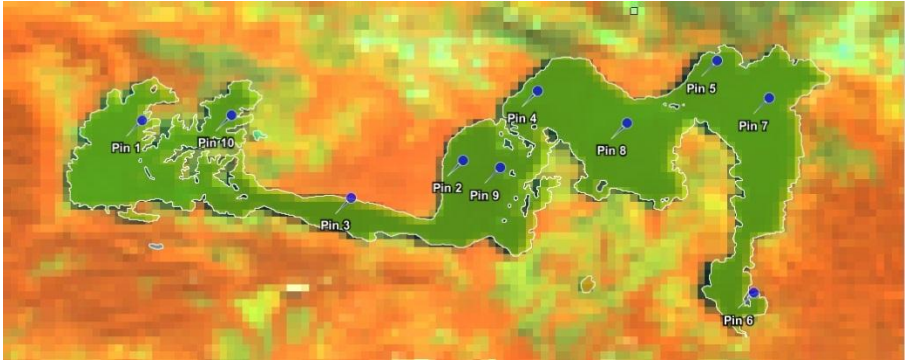
Koreksi atmosfer dilakukan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer pada nilai reflektan yang direkam oleh sensor ( $\rho_{Top\ of\ Atmosphere}$ ). Hasil dari koreksi atmosfer adalah nilai reflektan permukaan yang telah bebas dari kesalahan akibat dari pengaruh atmosfer ( $\rho_{Bottom\ of\ Atmosphere}$ ). Dengan menggunakan data nilai reflektan permukaan ini, dilakukan

perhitungan kualitas air danau dengan parameter *Total Suspended Solid* (TSS), *Colored Dissolved Organic Matter* (CDOM) dan Klorofil-a.

Perubahan kualitas air dipantau pada 10 stasiun yang tersebar pada daerah danau dengan kriteria-kriteria tertentu. Adapun detil 10 stasiun sampel yang tersebar di perairan Danau Sentani dijelaskan pada tabel 4.2. Serta hasil penyebaran stasiun dapat dilihat pada gambar 4.2.

Tabel 4.2 Detil Stasiun Sampel

Nomor Stasiun	Koordinat		Keterangan Stasiun
	LS	BT	
1	2°34'38,78"	140°23'36,1"	Titik Sebaran
2	2°36'47,96"	140°30'18,2"	Inlet Sungai Belo dan Sekitar Bandara
3	2°37'07,28"	140°28'04,6"	Titik Pendangkalan Danau
4	2°35'38,91"	140°31'59,7"	Inlet Sungai Flafouw
5	2°35'45,55"	140°35'25,2"	Inlet Sungai Harapan
6	2°40'45,89"	140°35'01,7"	Outlet Sungai Jaifuri
7	2°36'45,39"	140°36'12,2"	Titik Sekitar Pemukiman
8	2°34'41,47"	140°35'29,3"	Titik Sebaran
9	2°37'06,55"	140°30'57,1"	Titik Sebaran
10	2°34'54,42"	140°26'16,3"	Titik Sebaran

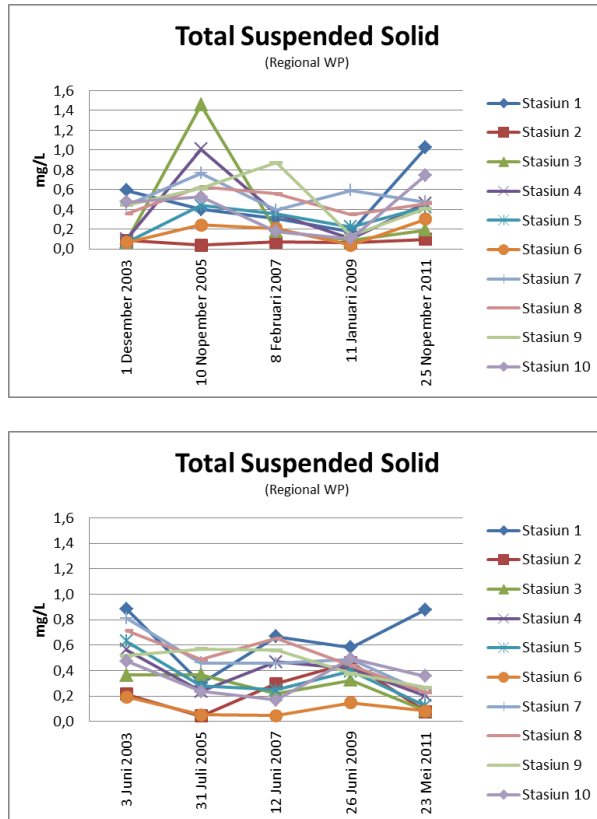


Gambar 4.2 Sebaran Titik Sampel di Danau Sentani

Dilakukan ekstraksi nilai parameter kualitas air Danau Sentani pada setiap titik sampel. Data ini disajikan dalam bentuk nilai tiap parameter per titik sampel per tahun dan digunakan untuk mengetahui perubahan nilai kualitas air Danau Sentani.

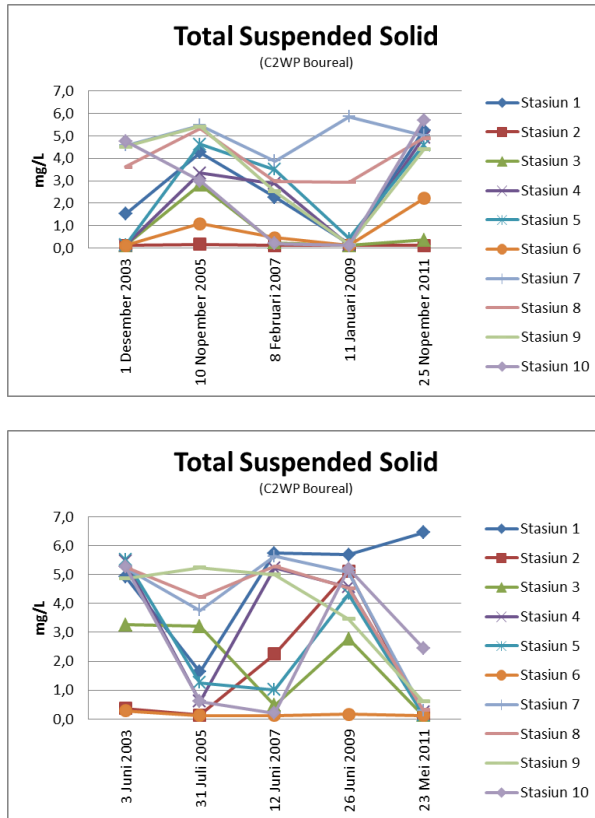
#### 4.1.1 Perubahan *Total Suspended Solid (TSS)*

Perubahan nilai TSS dibagi menjadi 3 (tiga) tipe yaitu dengan menggunakan *Regional Water Processor*, *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic*. Adapun nilai perubahan nilai TSS pada ketiga tipe tersebut adalah sebagai berikut.



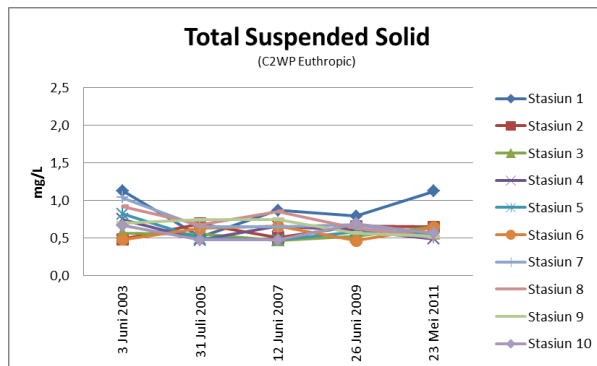
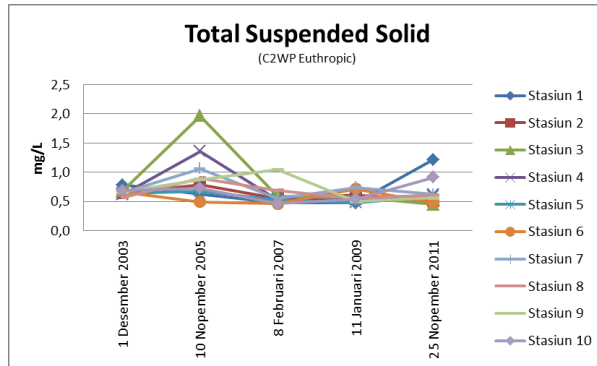
Gambar 4.3 Perubahan *Total Suspended Solid* menggunakan *Regional Water Processor*

Mengacu pada gambar 4.3, nilai TSS perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 3. Sedangkan di musim kemarau, perubahan terbesar terjadi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005 pada stasiun 1.



Gambar 4.4 Perubahan *Total Suspended Solid* menggunakan *C2WP Boureal*

Mengacu pada gambar 4.4, nilai TSS perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 5. Sedangkan di musim kemarau, perubahan terbesar terjadi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005 pada stasiun 1. Serta keadaan stabil di stasiun 2 dan 6 untuk kedua musim.

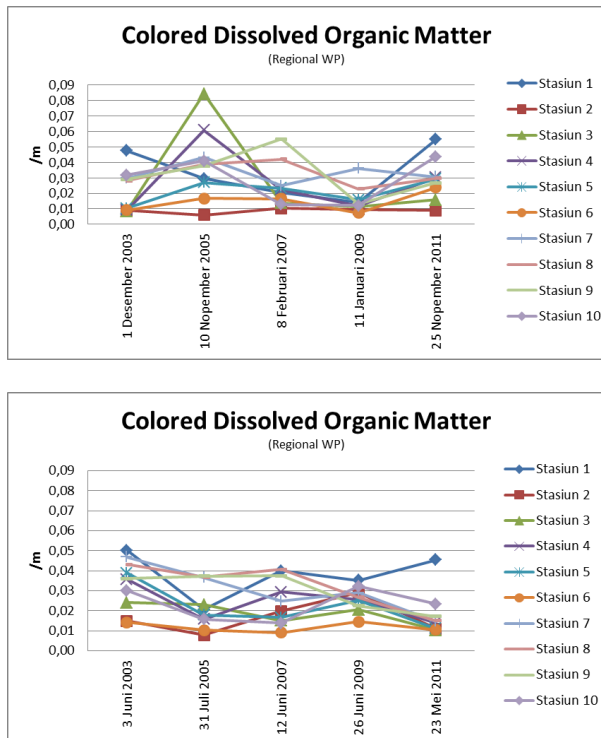


Gambar 4.5 Perubahan *Total Suspended Solid* menggunakan *C2WP Euthropic*

Mengacu pada gambar 4.5, nilai TSS perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 3. Sedangkan di musim kemarau, perubahan terbesar terjadi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005 pada stasiun 1.

#### 4.1.2 Perubahan *Colored Dissolved Organic Matter (CDOM)*

Perubahan nilai CDOM dibagi menjadi 3 (tiga) tipe yaitu dengan menggunakan *Regional Water Processor*, *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic*. Adapun nilai perubahan nilai CDOM pada ketiga tipe tersebut adalah sebagai berikut.

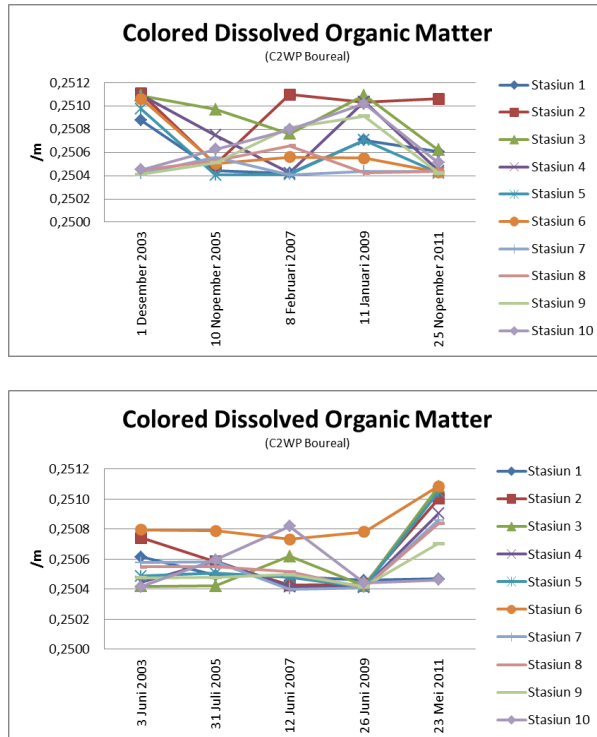


Gambar 4.6 Perubahan *Colored Dissolved Organic Matter* menggunakan *Regional Water Processor*

Mengacu pada gambar 4.6, nilai CDOM perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 3.

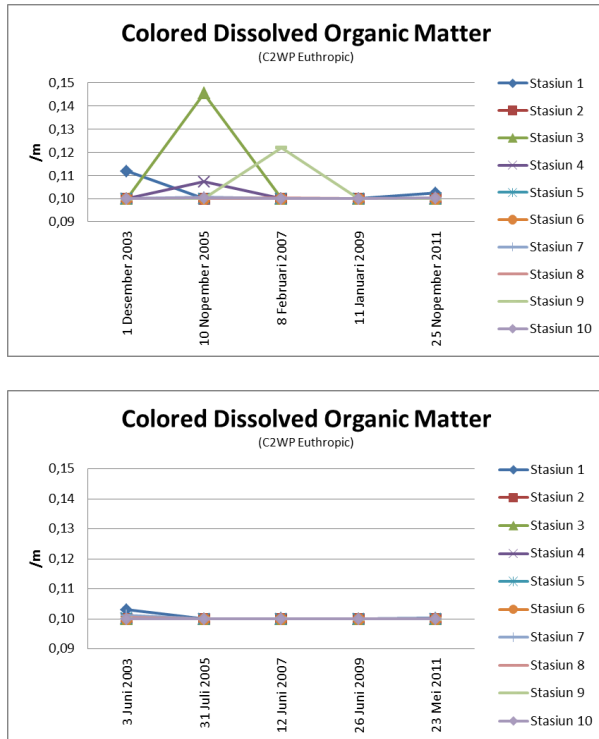


Sedangkan di musim kemarau, perubahan terbesar terjadi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005 pada stasiun 1.



Gambar 4.7 Perubahan *Colored Dissolved Organic Matter* menggunakan *C2WP Boureal*

Mengacu pada gambar 4.7, nilai CDOM perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 3 dan dari tanggal 8 Februari 2007 sampai 11 Januari 2009 pada stasiun 4. Sedangkan di musim kemarau, perubahan menjadi lebih besar terjadi hampir di semua titik dari tanggal 26 Juni 2009 sampai 23 Mei 2011.

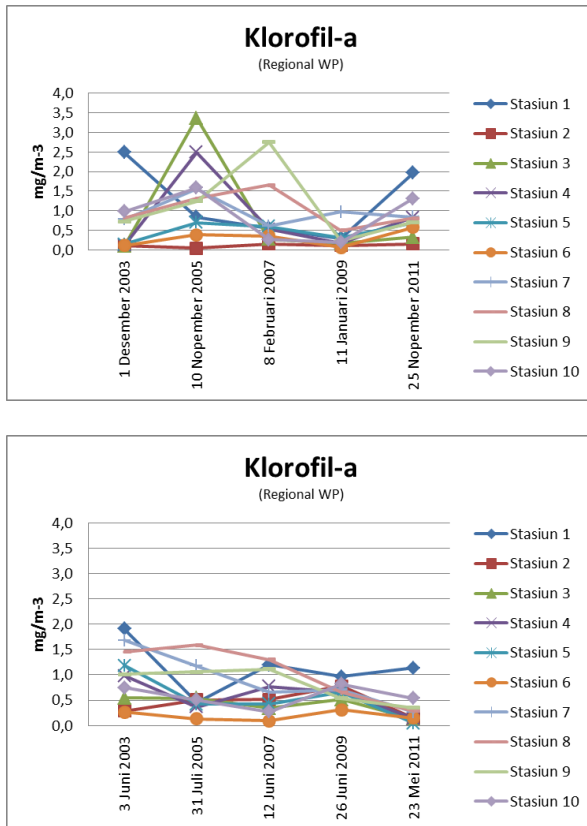


Gambar 4.8 Perubahan *Colored Dissolved Organic Matter* menggunakan *C2WP Euthropic*

Mengacu pada gambar 4.8, nilai CDOM perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 3. Sedangkan di musim kemarau, perubahan terjadi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005 pada stasiun 1.

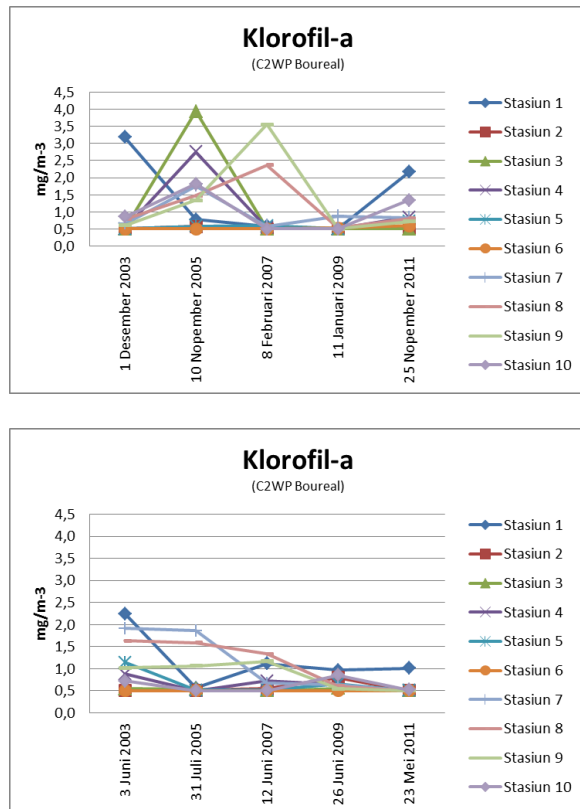
#### 4.1.3 Perubahan Klorofil-a

Perubahan nilai Klorofil-a dibagi menjadi 3 (tiga) tipe yaitu dengan menggunakan *Regional Water Processor*, *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic*. Adapun nilai perubahan nilai Klorofil-a pada ketiga tipe tersebut adalah sebagai berikut.



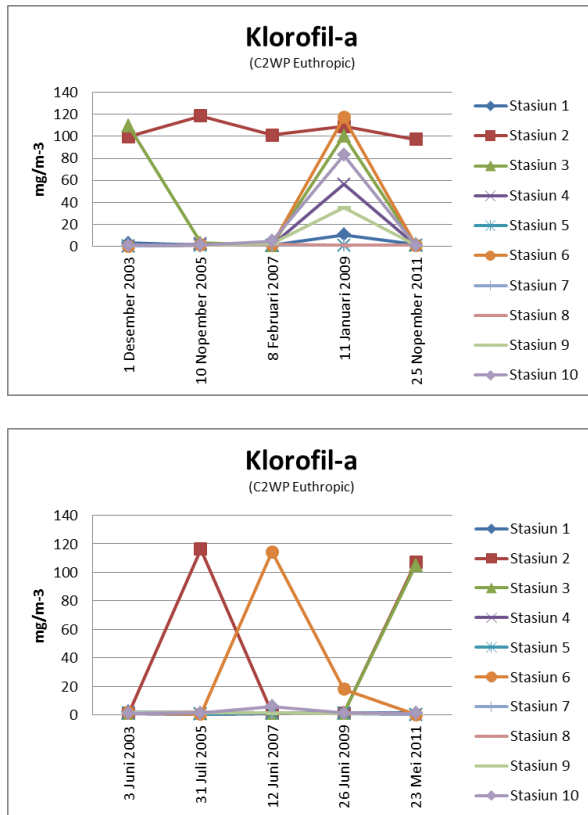
Gambar 4.9 Perubahan Klorofil-a menggunakan *Regional Water Processor*

Mengacu pada gambar 4.9, nilai klorofil-a perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 November 2005 pada stasiun 3. Sedangkan di musim kemarau, perubahan terjadi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005 pada stasiun 1.



Gambar 4.10 Perubahan Klorofil-a menggunakan C2WP *Boureal*

Mengacu pada gambar 4.10, nilai klorofil-a perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 3. Sedangkan di musim kemarau, perubahan terjadi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005 pada stasiun 1.

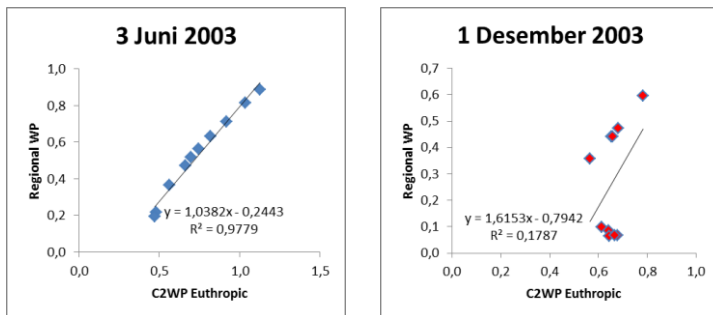


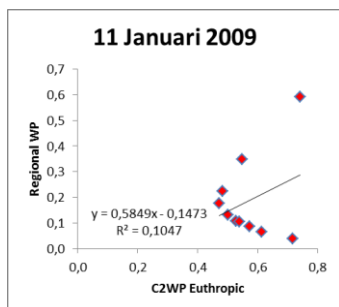
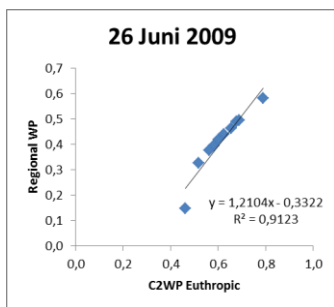
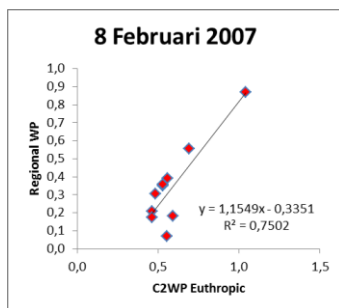
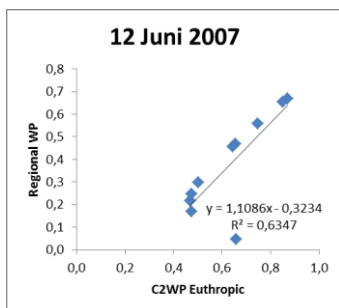
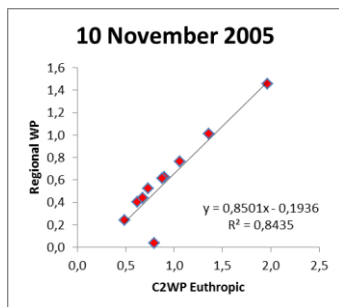
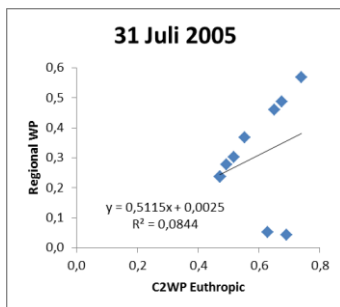
Gambar 4.11 Perubahan Klorofil-a menggunakan C2WP *Euthropic*

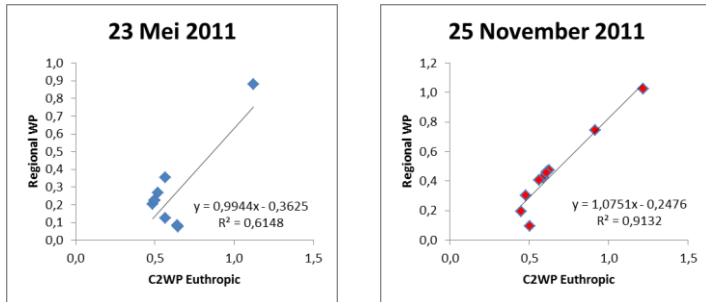
Mengacu pada gambar 4.11, nilai klorofil-a perairan Danau Sentani mengalami kondisi naik turun. Di musim penghujan, perubahan tertinggi terjadi dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 Nopember 2005 pada stasiun 3. Selain itu, terjadi kenaikan nilai klorofil-a di semua stasiun dari tanggal 8 Februari 2007 sampai 11 Januari 2009. Serta nilai klorofil-a yang selalu tinggi di stasiun 2. Sedangkan di musim kemarau, terjadi perubahan besar di stasiun 2 dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005, stasiun 6 dari tanggal 31 Juli 2005 sampai 12 Juni 2007, serta stasiun 2 dan 3 dari tanggal 26 Juni 2009 sampai 23 Mei 2011.

#### 4.1.4 Nilai Hubungan Algoritma *Regional Water Processor* dan *C2WP Boureal* terhadap *C2WP Euthropic*

Relasi antar algoritma koreksi atmosfer dihitung untuk mengetahui nilai kedekatan tiap algoritma koreksi atmosfer per parameter kualitas air danau. Algoritma acuan yang digunakan adalah *C2WP Euthropic* karena memiliki karakter khusus untuk daerah perairan Danau Sentani. Adapun nilai kedekatan antar algoritma koreksi atmosfer per parameter adalah sebagai berikut.







Gambar 4.12 Nilai Relasi *Regional Water Processor* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter *Total Suspended Solid*

Tabel 4.3 Nilai *RMSE* dan *RE* hubungan *Regional Water Processor* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter *Total Suspended Solid*

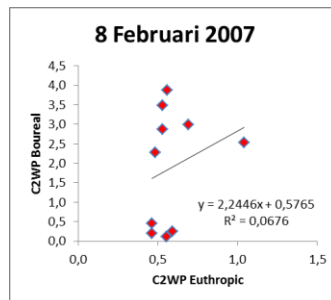
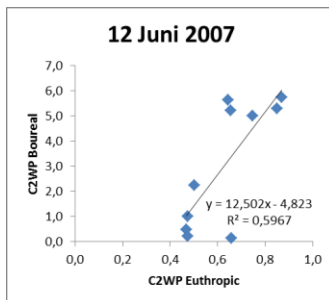
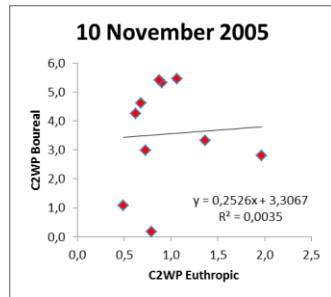
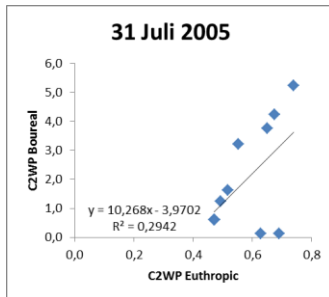
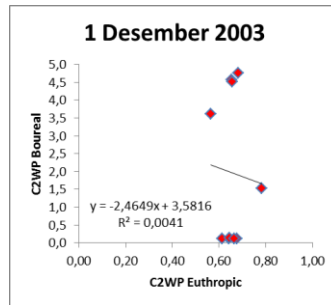
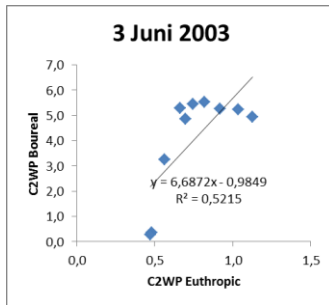
Tanggal	Reg WP dan C2WP Eut TSS	
	<i>RMSE</i>	<i>RE</i> (%)
3 Juni 2003	0,2182	31,7067
1 Desember 2003	0,4306	59,7248
31 Juli 2005	0,3292	48,3205
10 November 2005	0,3730	38,4063
8 Februari 2007	0,2681	44,2499
12 Juni 2007	0,2829	42,7059
11 Januari 2009	0,4151	67,6312
26 Juni 2009	0,2060	34,1511
23 Mei 2011	0,3920	61,5317
25 November 2011	0,2122	33,8913

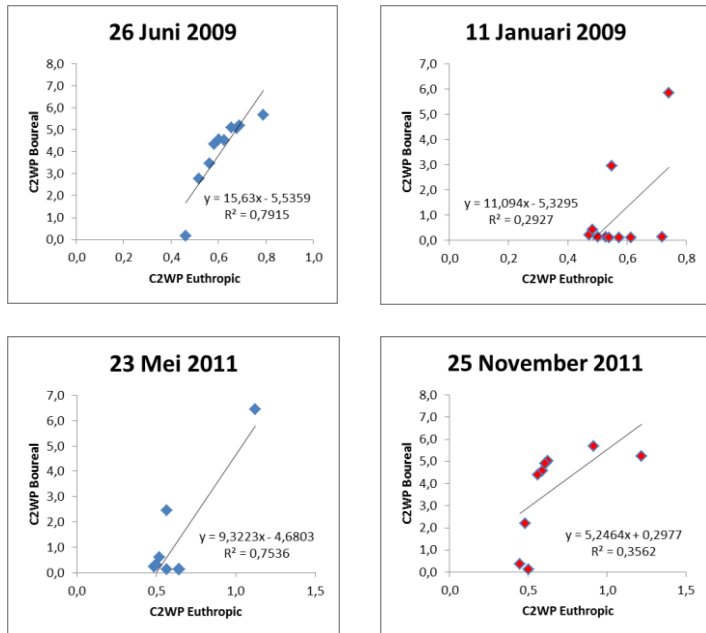
Dari gambar 4.12, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  terbesar terjadi pada tanggal 3 Juni 2003 ( $R^2 = 0,9779$ ). Sedangkan nilai  $R^2$  terkecil terjadi pada tanggal 31 Juli 2005 ( $R^2 = 0,0844$ ). Secara keseluruhan, algoritma *Regional WP* dan *C2WP Euthropic* memiliki nilai kedekatan yang cukup baik



dalam melakukan perhitungan nilai TSS. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya nilai  $R^2$  yang lebih besar dari angka 0,5000.

Dari tabel 4.3, dapat dilihat bahwa nilai  $RE$  terbaik terjadi pada tanggal 3 Juni 2003 dengan angka 31,7067%. serta  $RE$  terburuk terjadi pada tanggal 11 Januari 2009 dengan angka 67,6312%.





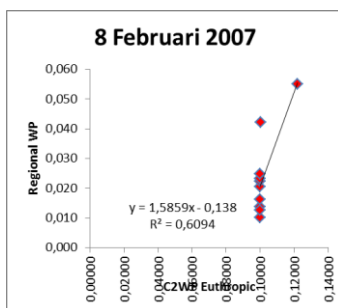
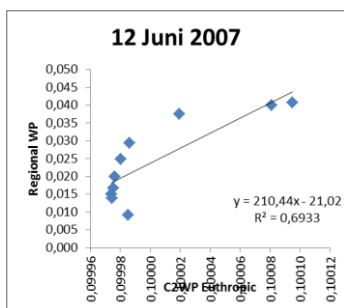
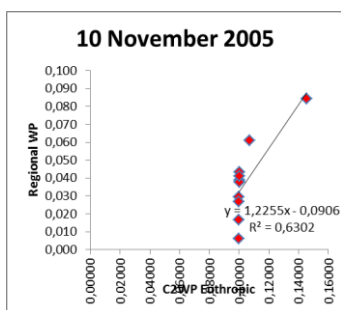
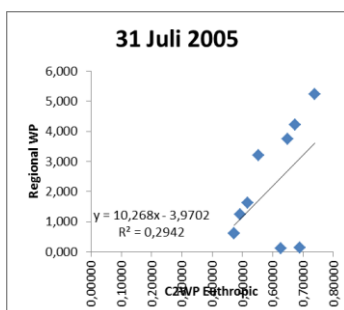
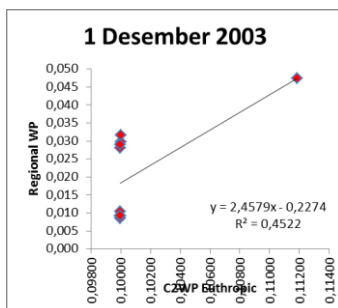
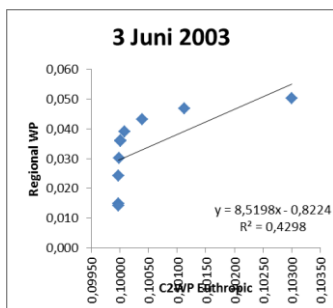
Gambar 4.13 Nilai Relasi *C2WP Bouréal* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter *Total Suspended Solid*

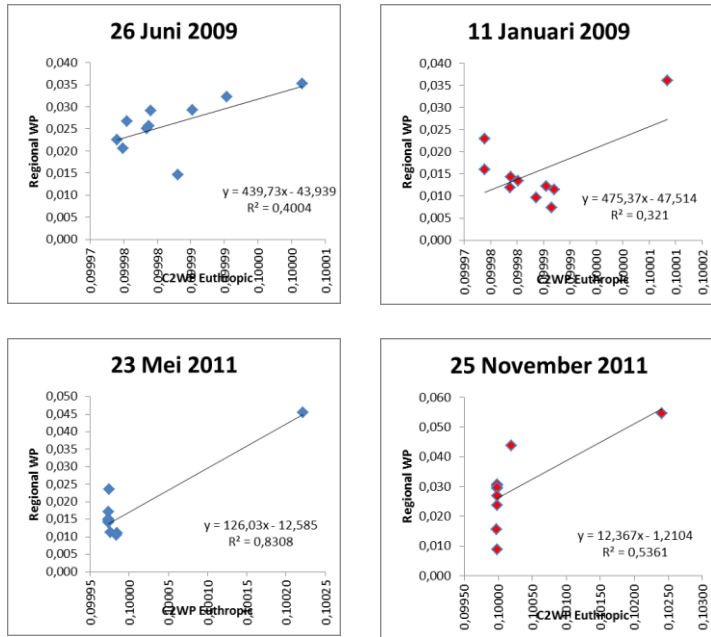
Tabel 4.4 Nilai *RMSE* dan *RE* hubungan *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter *Total Suspended Solid*

Tanggal	C2WP Bou dan C2WP Eut TSS	
	<i>RMSE</i>	<i>RE</i> (%)
3 Juni 2003	3,7595	413,0023
1 Desember 2003	2,4091	201,2312
31 Juli 2005	2,2787	235,4679
10 November 2005	3,1417	312,5621
8 Februari 2007	1,9030	224,0066
12 Juni 2007	3,3330	345,6434
11 Januari 2009	1,8224	58,8553
26 Juni 2009	3,7704	542,3579
23 Mei 2011	1,8235	37,2433
25 November 2011	3,5925	458,1056

Dari gambar 4.13, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  terbesar terjadi pada tanggal 26 Juni 2009 ( $R^2 = 0,7915$ ). Sedangkan nilai  $R^2$  terkecil terjadi pada tanggal 10 November 2005 ( $R^2 = 0,0035$ ). Secara keseluruhan, algoritma *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic* memiliki nilai kedekatan yang kurang baik dalam melakukan perhitungan nilai TSS. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya nilai  $R^2$  yang lebih kecil dari angka 0,5000. Bahkan, pada bernilai lebih kecil dari 0,1000 pada tanggal 1 Desember 2003, 10 November 2005 dan 8 Februari 2007.

Dari tabel 4.4, dapat dilihat bahwa nilai *RE* terbaik terjadi pada tanggal 23 Mei 2011 dengan angka 37,2433%. serta *RE* terburuk terjadi pada tanggal 25 November 2011 dengan angka 458,1056%.





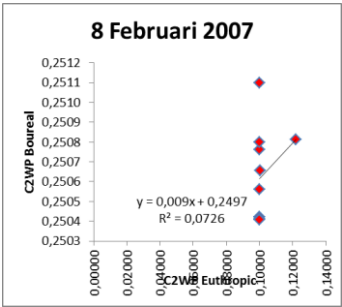
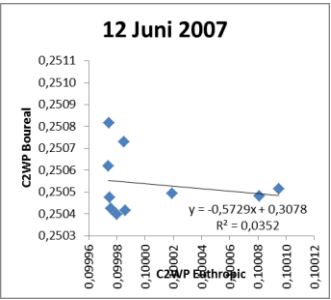
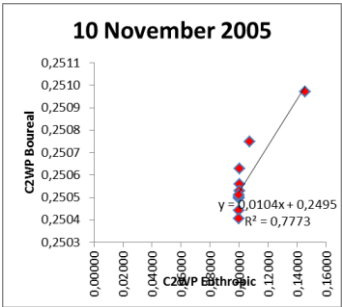
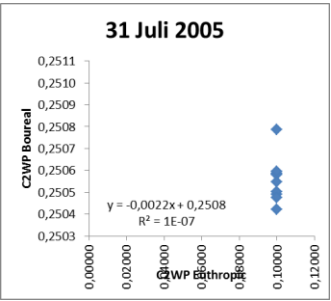
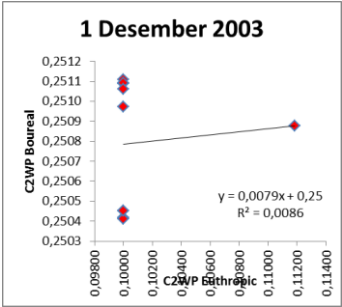
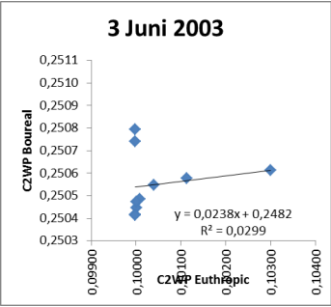
Gambar 4.14 Nilai Relasi *Regional Water Processor* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter *Colored Dissolved Organic Matter*

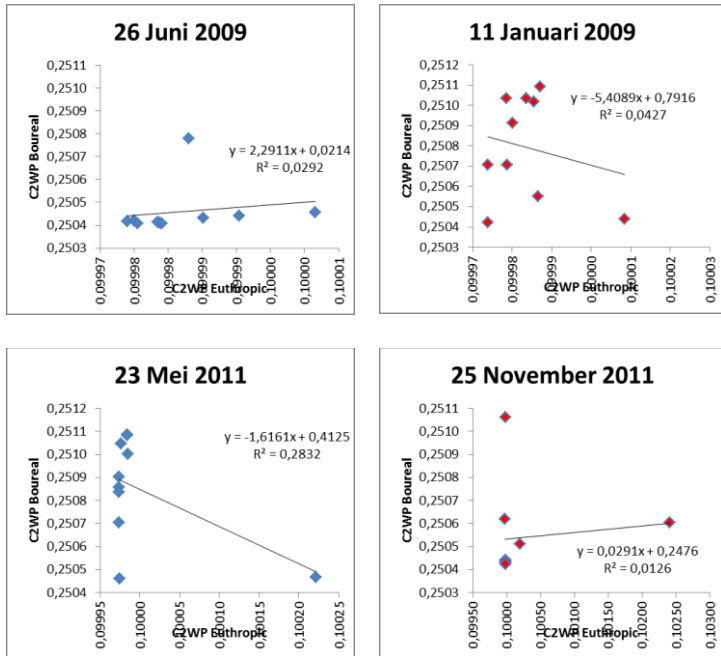
Tabel 4.5 Nilai *RMSE* dan *RE* hubungan *Regional Water Processor* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter *Colored Dissolved Organic Matter*

Tanggal	Reg WP dan C2WP Eut CDOM	
	<i>RMSE</i>	<i>RE</i> (%)
3 Juni 2003	0,0679	66,7670
1 Desember 2003	0,0807	79,2667
31 Juli 2005	0,0785	77,7775
10 November 2005	0,0681	64,6008
8 Februari 2007	0,0786	76,8578
12 Juni 2007	0,0761	75,2585
11 Januari 2009	0,0848	84,4778
26 Juni 2009	0,0741	73,8975
23 Mei 2011	0,0833	82,6773
25 November 2011	0,0719	70,7947

Dari gambar 4.15, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  terbesar terjadi pada tanggal 26 Juni 2009 ( $R^2 = 0,9123$ ). Sedangkan nilai  $R^2$  terkecil terjadi pada tanggal 25 November 2011 ( $R^2 = 0,2103$ ). Secara keseluruhan, algoritma *Regional WP* dan *C2WP Euthropic* memiliki nilai kedekatan yang baik dalam melakukan perhitungan nilai CDOM. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya nilai  $R^2$  yang lebih kecil dari angka 0,5000.

Dari tabel 4.5, dapat dilihat bahwa nilai *RE* terbaik terjadi pada tanggal 10 November 2005 dengan angka 64,6008%. serta *RE* terburuk terjadi pada tanggal 11 Januari 2009 dengan angka 84,4778%.





Gambar 4.15 Nilai Relasi C2WP Boureal dan C2WP Euthropic untuk parameter Colored Dissolved Organic Matter

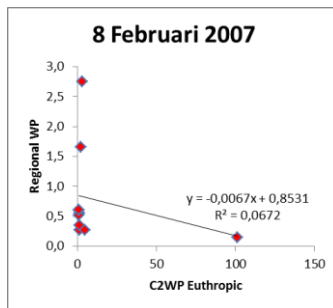
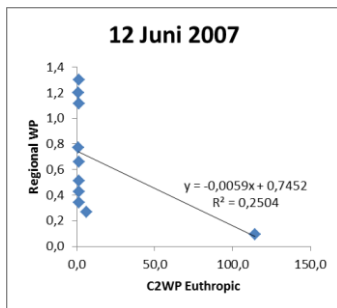
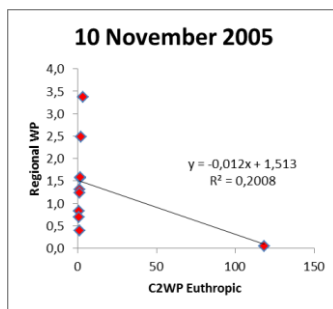
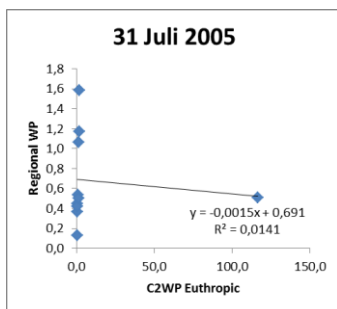
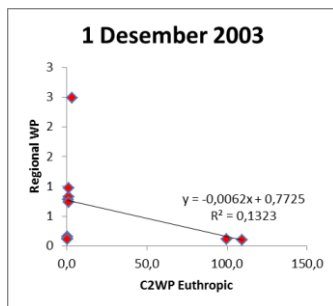
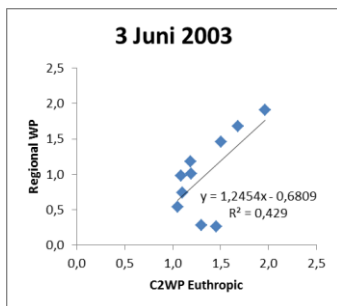


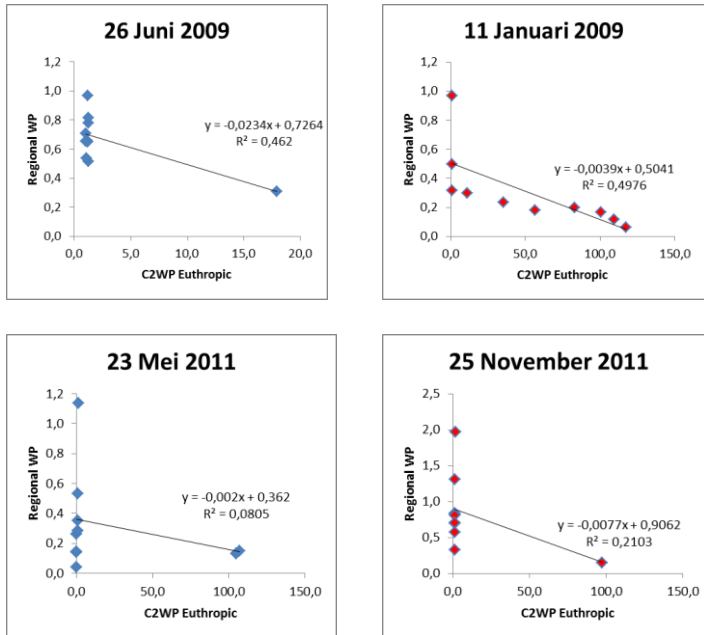
Tabel 4.6 Nilai *RMSE* dan *RE* hubungan *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter *Colored Dissolved Organic Matter*

Tanggal	C2WP Bou dan C2WP Eut CDOM	
	<i>RMSE</i>	<i>RE</i> (%)
3 Juni 2003	0,1501	149,4386
1 Desember 2003	0,1497	148,1781
31 Juli 2005	0,1506	150,5908
10 November 2005	0,1458	140,8302
8 Februari 2007	0,1486	146,0645
12 Juni 2007	0,1505	150,5256
11 Januari 2009	0,1508	150,8328
26 Juni 2009	0,1505	150,5033
23 Mei 2011	0,1508	150,8390
25 November 2011	0,1503	149,9368

Dari gambar 4.16, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  terbesar terjadi pada tanggal 10 November 2005 ( $R^2 = 0,7773$ ). Sedangkan nilai  $R^2$  terkecil terjadi pada tanggal 31 Juli 2005 ( $R^2 = 1,000 \times 10^{-7}$ ). Secara keseluruhan, algoritma *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic* memiliki nilai kedekatan yang tidak baik dalam melakukan perhitungan nilai CDOM. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya nilai  $R^2$  yang lebih kecil dari angka 0,1000. Bahkan, nilai kedekatannya bernilai  $1,000 \times 10^{-7}$  pada tanggal 31 Juli 2005.

Dari tabel 4.6, dapat dilihat bahwa nilai *RE* terbaik terjadi pada tanggal 10 November 2005 dengan angka 140,8302%. serta *RE* terburuk terjadi pada tanggal 23 Mei 2011 dengan angka 150,8390%.





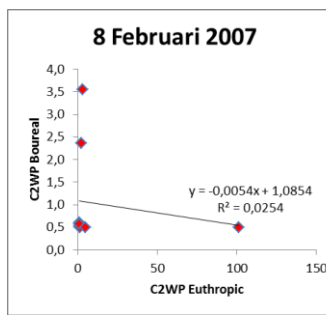
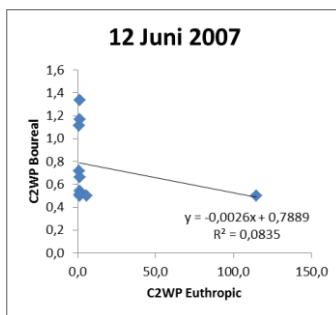
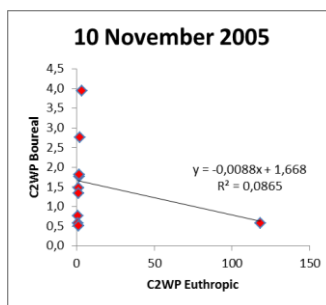
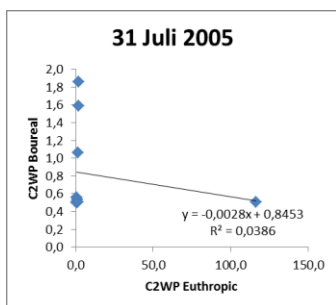
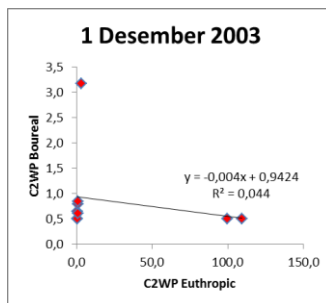
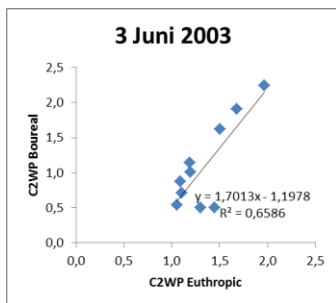
Gambar 4.16 Nilai Relasi *Regional Water Processor* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter Klorofil-a

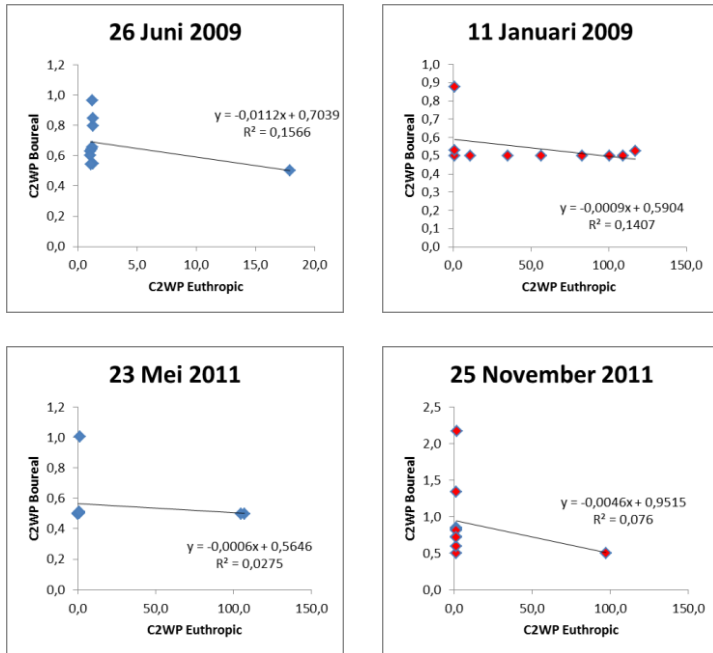
Tabel 4.7 Nilai *RMSE* dan *RE* hubungan *Regional Water Processor* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter Klorofil-a

Tanggal	Reg WP dan C2WP Eut Chl-a	
	<i>RMSE</i>	<i>RE</i> (%)
3 Juni 2003	0,5382	27,3536
1 Desember 2003	46,7153	49,2717
31 Juli 2005	36,6304	38,6665
10 November 2005	37,4277	26,4630
8 Februari 2007	31,9613	57,8171
12 Juni 2007	36,1815	47,1446
11 Januari 2009	68,5716	82,8865
26 Juni 2009	5,5790	46,9218
23 Mei 2011	47,3406	52,1519
25 November 2011	30,7281	40,1430

Dari gambar 4.17, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  terbesar terjadi pada tanggal 11 Januari 2009 ( $R^2 = 0,4976$ ). Sedangkan nilai  $R^2$  terkecil terjadi pada tanggal 31 Juli 2005 ( $R^2 = 0,0141$ ). Secara keseluruhan, algoritma *Regional WP* dan *C2WP Euthropic* memiliki nilai kedekatan yang tidak baik dalam melakukan perhitungan nilai Klorofil-a. Hal ini dapat dilihat dari semua nilai  $R^2$  yang lebih kecil dari angka 0,5000.

Dari tabel 4.7, dapat dilihat bahwa nilai *RE* terbaik terjadi pada tanggal 10 November 2005 dengan angka 26,4630%. serta *RE* terburuk terjadi pada tanggal 11 Januari 2009 dengan angka 82,8865%.





Gambar 4.17 Nilai Relasi *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter Klorofil-a

Tabel 4.8 Nilai *RMSE* dan *RE* hubungan *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic* untuk parameter Klorofil-a

Tanggal	C2WP Bou dan C2WP Eut Chl-a	
	<i>RMSE</i>	<i>RE</i> (%)
3 Juni 2003	0,4684	21,5228
1 Desember 2003	46,5366	29,3677
31 Juli 2005	36,6296	21,1285
10 November 2005	37,2614	20,3017
8 Februari 2007	31,8465	48,6182
12 Juni 2007	36,0490	45,2033
11 Januari 2009	68,3042	81,3241
26 Juni 2009	5,5184	47,5857
23 Mei 2011	47,1799	27,8034
25 November 2011	30,6175	37,3316

Dari gambar 4.20, didapatkan bahwa nilai  $R^2$  terbesar terjadi pada tanggal 3 Juni 2003 ( $R^2 = 0,6586$ ). Sedangkan nilai  $R^2$  terkecil terjadi pada tanggal 8 Februari 2007 ( $R^2 = 0,0254$ ). Secara keseluruhan, algoritma *C2WP Boureal* dan *C2WP Euthropic* memiliki nilai kedekatan yang kurang baik dalam melakukan perhitungan nilai Klorofil-a. Hal ini dapat dilihat dari semua nilai  $R^2$  yang lebih kecil dari angka 0,5000.

Dari tabel 4.7, dapat dilihat bahwa nilai *RE* terbaik terjadi pada tanggal 10 November 2005 dengan angka 20,3017%. serta *RE* terburuk terjadi pada tanggal 11 Januari 2009 dengan angka 81,3241%.

## 4.2 Perubahan Tutupan Lahan Danau Sentani

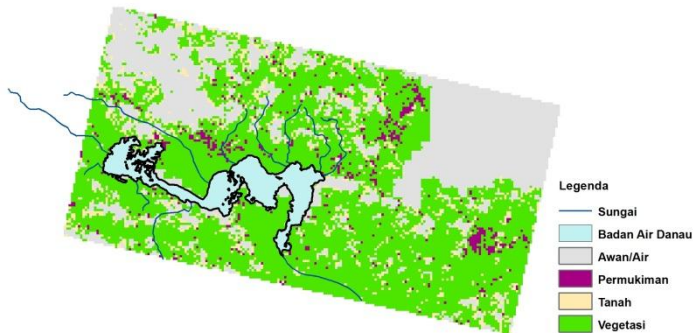
Adapun tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani adalah sebagai berikut.

### 4.2.1 Perubahan Sempadan Danau Musim Kemarau

Adapun tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani pada musim kemarau adalah sebagai berikut.



Gambar 4.18 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 3 Juni 2003

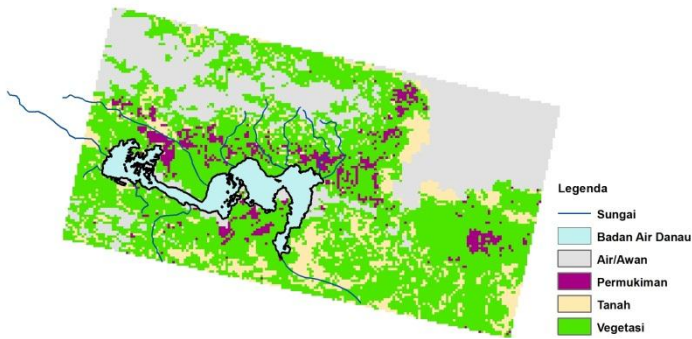


Gambar 4.19 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 31 Juli 2005

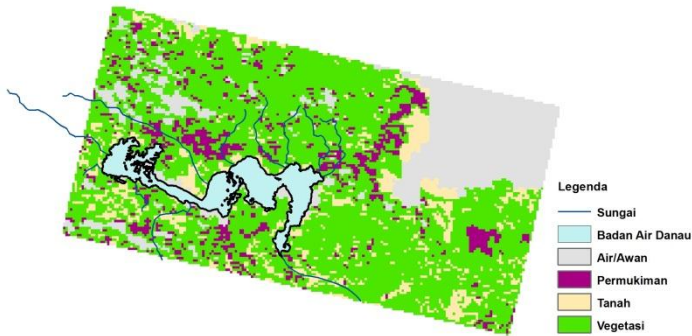
Nilai TSS dan CDOM di stasiun 1 dan nilai klorofil-a di stasiun 3 menjadi lebih tinggi dari tanggal 3 Juni 2003 sampai 31 Juli 2005. Mengacu pada gambar 4.19



dan 4.20, tidak terjadi perubahan tutupan lahan di sekitar stasiun 1 dan 3. Hal ini terjadi karena penurunan yang terjadi bukan disebabkan oleh adanya perubahan tutupan lahan di sekitar stasiun 1. Namun permasalahan di stasiun 3 dimungkinkan disebabkan oleh permasalahan pendangkalan danau.



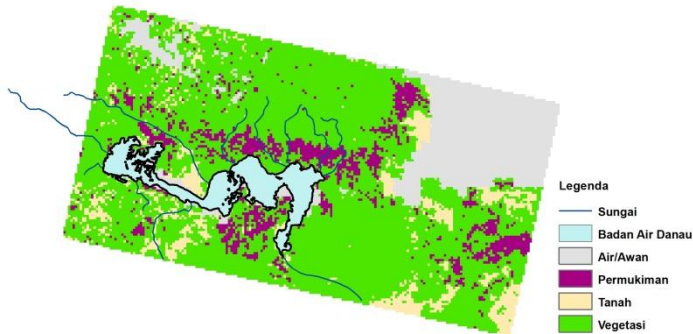
Gambar 4.20 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 12 Juni 2007



Gambar 4.21 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 26 Juni 2009

Nilai Klorofil-a di stasiun 6 menjadi lebih kecil dari tanggal 12 Juni 2007 sampai 26 Juni 2009. Mengacu pada

gambar 4.21 dan 4.22, terjadi perubahan tutupan lahan di sekitar stasiun 6. Namun, yang menyebabkan nilai klorofil-a menjadi lebih kecil di stasiun 6 adalah faktor kriteria stasiun yang berada di posisi sungai outlet danau, yaitu Sungai Jaifuri.

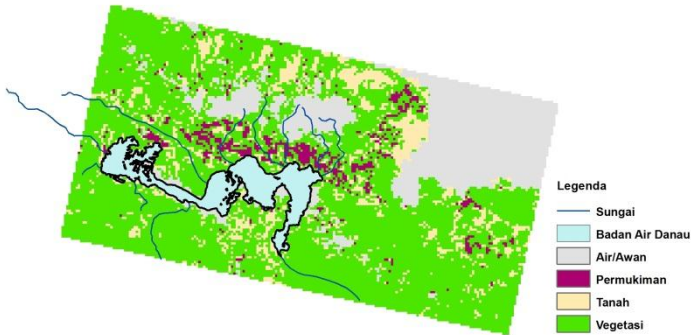


Gambar 4.22 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 23 Mei 2011

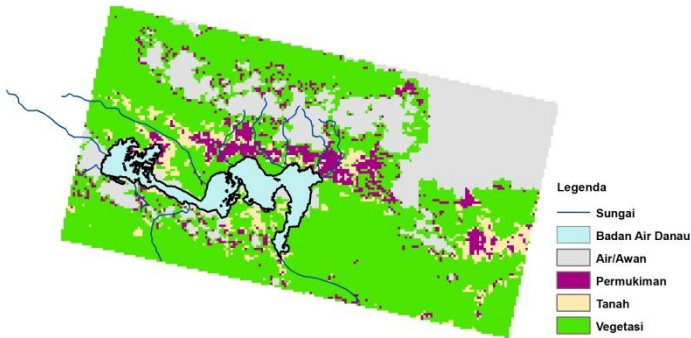
Nilai klorofil-a di stasiun 2 dan 3 menjadi lebih tinggi dari tanggal 26 Juni 2009 sampai 23 Mei 2011. Mengacu pada gambar 4.22 dan 4.23, terjadi perubahan tutupan lahan di sekitar stasiun 2 dan 3. Namun, yang menyebabkan nilai klorofil-a menjadi lebih tinggi adalah faktor kriteria stasiun yang berada di di posisi sungai inlet danau (stasiun 2) dan faktor lebar danau di sekitar stasiun 3.

#### 4.2.2 Perubahan Sempadan Danau Musim Penghujan

Adapun tutupan lahan di daerah sempadan Danau Sentani pada musim penghujan adalah sebagai berikut.



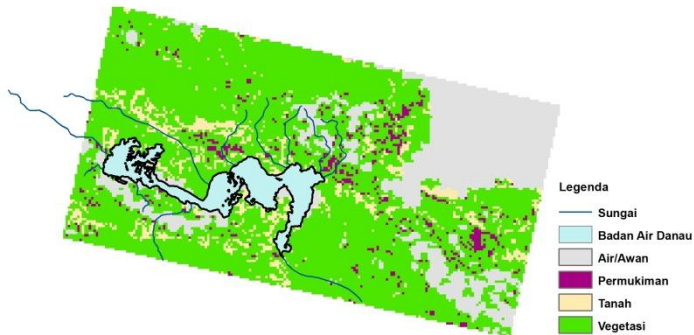
Gambar 4.23 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 1 Desember 2003



Gambar 4.24 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 10 November 2005

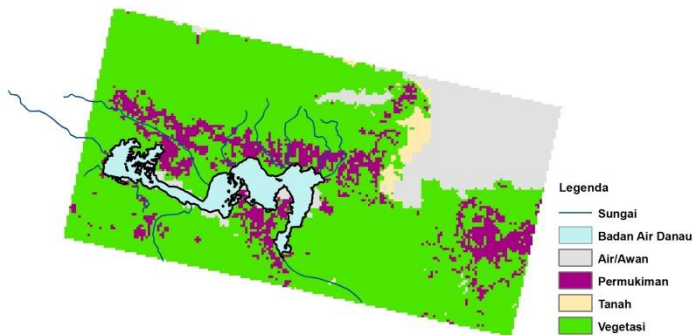
Nilai TSS dan CDOM menjadi lebih tinggi dan nilai klorofil-a menjadi lebih kecil dari tanggal 1 Desember 2003 sampai 10 November 2005 di stasiun 3. Mengacu pada gambar 4.24 dan 4.25, tidak terjadi perubahan tutupan lahan di sekitar stasiun 3. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh

permasalahan yang terdapat di stasiun 3 yaitu adanya pendangkalan danau.



Gambar 4.25 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 8 Februari 2007

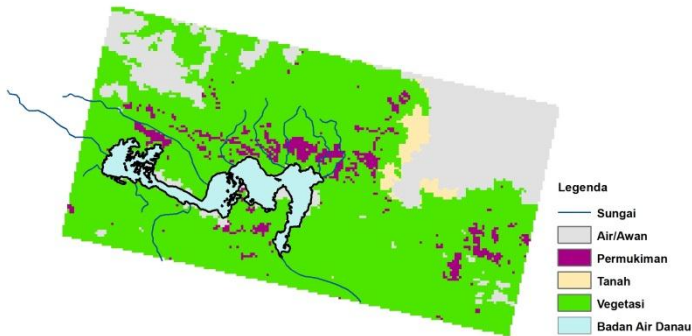
Nilai CDOM di stasiun 9 menjadi lebih tinggi dari tanggal 10 November 2005 sampai 8 Februari 2007. Mengacu pada gambar 4.25 dan 4.26, tidak terjadi perubahan tutupan lahan di sekitar stasiun 9.



Gambar 4.26 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 11 Januari 2009

Nilai klorofil-a menjadi lebih tinggi di semua titik dari tanggal 8 Februari 2007 sampai 11 Januari 2009.

Mengacu pada gambar 4.26 dan 4.27, terjadi perubahan tutupan lahan di daerah sempadan danau. Dimana permukiman menjadi lebih banyak daripada tahun sebelumnya.



Gambar 4.27 Tutupan Lahan Sempadan Danau Sentani tanggal 25 November 2011

Nilai klorofil-a di stasiun 2 mengalami nilai tinggi yang stabil. Mengacu pada gambar 3.24, gambar 3.25, gambar 3.26, gambar 3.27, dan gambar 3.28, terjadi perubahan tutupan lahan di tiap tahunnya. Namun, penyebab stabilnya angka ini disebabkan oleh posisi stasiun 2 yang tepat berada di muara inlet dari Danau Sentani.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfina, Tahta, Budi Santosa, and Ridho Barakbah. 2012. “Analisa Perbandingan Metode Hierarchical Clustering , K-Means Dan Gabungan Keduanya Dalam Cluster Data ( Studi Kasus : Problem Kerja Praktek Jurusan Teknik Industri ITS ).” *Jurnal Teknik ITS* 1.
- Arifin, Ridwan. 2009. *Distribusi Spasial Dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-A) Dan Keterkaitannya Dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas , Jawa Timur*.
- Bézy, J, S Delwart, and M Rast. 2000. “MERIS – A New Generation of Ocean- Colour Sensor Onboard Envisat”, no. 2001: 48–56.
- Bidayah, Ulfatul. 2011. “Studi Tingkat Kekeruhan Air Di Muara Sungai Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Citra Satelit Aqua Modis”. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Brewin, Robert J W, Shubha Sathyendranath, Dagmar Müller, Carsten Brockmann, Pierre-yves Deschamps, Emmanuel Devred, Roland Doerffer, et al. 2013. “Remote Sensing of Environment The Ocean Colour Climate Change Initiative : III . A Round-Robin Comparison on in-Water Bio-Optical Algorithms.” *Remote Sensing of Environment*. Elsevier Inc., 1–24. doi:10.1016/j.rse.2013.09.016.
- Corbett, Catherine A. 2007. *Colored Dissolved Organic Matter (CDOM)*. Florida.
- Danoesoebroto, Ardityo. 2010. *Klasifikasi Citra Atau Lahan*. Bandung: ITB.
- Doerffer, Roland, and Helmut Schiller. 2008. “Algorithm Theoretical Basis Document ( ATBD ) Lake Water Algorithm for BEAM”, no. 20436: 1–17.
- Dubock, P A, F Spoto, J Simpson, D Spencer, E Schutte, H Sontag, and Astrium GmbH. 2001. *The Envisat Satellite and Its Integration*. Noordwijk: ESA.

- Herfinalis. 2005. "Kandungan Total Suspended Solid Dan Sedimen Di Dasar Perairan Panimbang." *Makara Sains* 9 (2): 45–51.
- Jaelani, Lalu Muhamad, Bunkei Matsushita, Wei Yang, and Takehiko Fukushima. 2013. "Evaluation of Four MERIS Atmospheric Correction Algorithms in Lake Kasumigaura, Japan." *International Journal of Remote Sensing* 34 (24). Taylor & Francis: 8967–85. doi:10.1080/01431161.2013.860660.
- Lillesand, K.M., and R.W. Kiefer. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation : Fifth Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- National Land and Water Resources Audit. 2008. *Estuarine, Coastal and Marine Habitat Integrity*. Australia: Australian Government.
- Norusis, Marija. 2009. "Cluster Analysis." In *SPSS 17.0 Statistical Procedures Companion*, 361–92. New Jersey.
- SEAFast. 2012. "Hijau Klorofil." In *Pewarna Alami Untuk Pangan*, 58–69. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, Fajar, Luki Subehi, Hendro Wibowo, Bunkei Matsushita, and Takehiho Fukushima. 2012. "Preliminary Stuy On Remote Sensing Techniques To Estimate Water Quality Parameters At Lake Maninjau And Singkarak." In *Prosiding Seminar Nsional Limnologi IV*, 480–92.
- Surbakti, Suriani B R. 2011. "Biologi Dan Ekologi Thiaridae ( Moluska : Gastropoda ) Di Danau Sentani Papua." *Jurnal Biologi Papua* 3: 59–66.
- Susiati, Heni, Eko Kusratmoko, and Aris Poniman. 2010. "Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Melalui Pendekatan Penginderaan Jauh Di Perairan Pesisir Semenanjung Muria, Jepara." *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* 13 (1): 72–79.
- Suwanto, Arif. 2011. *Profil 15 Danau Prioritas Nasional*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Nilai parameter kualitas air danau selalu mengalami perubahan. Pada musim penghujan, nilai TSS dan CDOM tertinggi dan terendah terjadi di stasiun 3 pada tanggal 10 November 2005 dan 25 November 2011. Nilai klorofil-a tertinggi dan terendah terjadi di stasiun 2 pada tanggal 10 November 2005 dan stasiun 4 pada tanggal 1 Desember 2003. Pada musim kemarau, nilai TSS tertinggi terjadi di stasiun 1 pada tanggal 3 Juni 2003 dan terendah terjadi di stasiun 6 pada tanggal 26 Juni 2009. Nilai CDOM tertinggi terjadi di stasiun 1 pada tanggal 3 Juni 2003 dan terendah di stasiun 4 pada tanggal 23 Mei 2011. Nilai klorofil-a tertinggi terjadi di stasiun 2 pada tanggal 31 Juli 2005 dan terendah di stasiun 6 pada tanggal 23 Mei 2011.
2. Perubahan lahan yang terjadi di sempadan Danau Sentani menyebabkan terjadinya perubahan kualitas air. Salah satu contohnya adalah stasiun 3. Perubahan di sekitar stasiun ini terjadi diakibatkan oleh adanya perubahan tutupan lahan di sekitar stasiun.

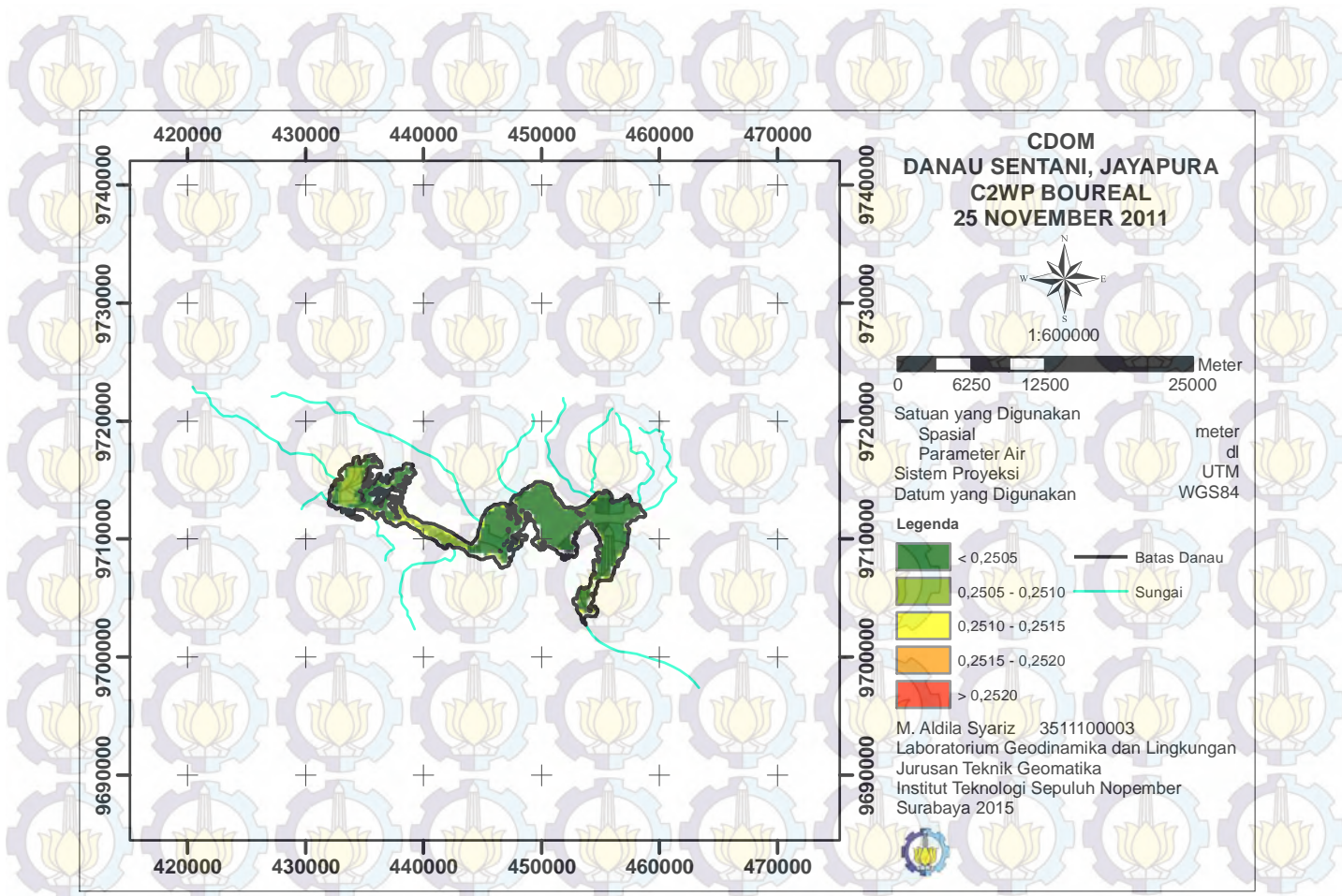
#### **5.2 Saran**

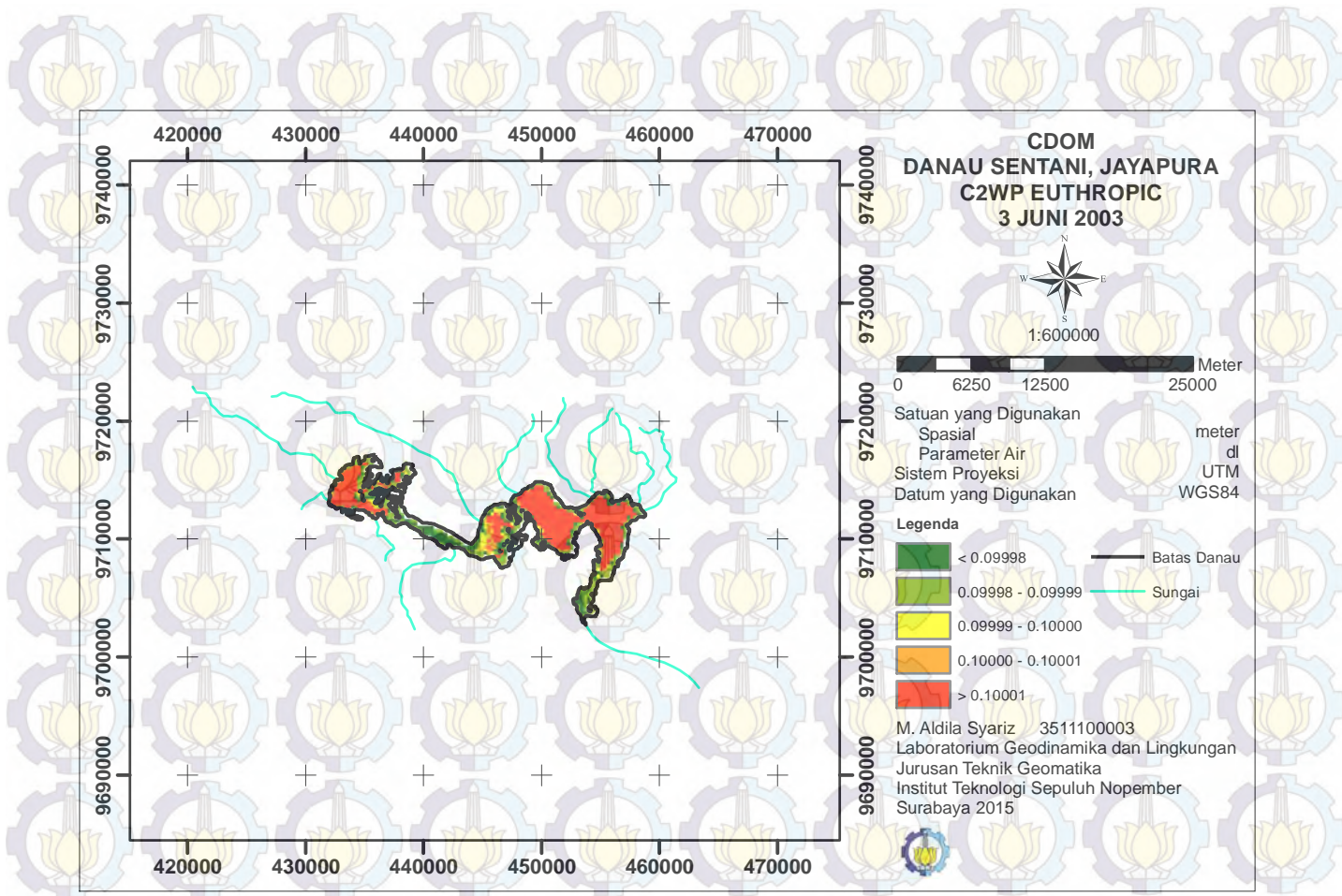
Adapun saran dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Diperlukan adanya data lapangan (*ground truth data*). Hal ini dapat berguna sebagai validasi data spektral yang diekstrak dari sensor satelit.
2. Dalam melakukan klasifikasi tutupan lahan, diperlukan citra satelit tambahan khusus seperti citra Landsat. Hal ini dikarenakan kurang baiknya citra MERIS dalam

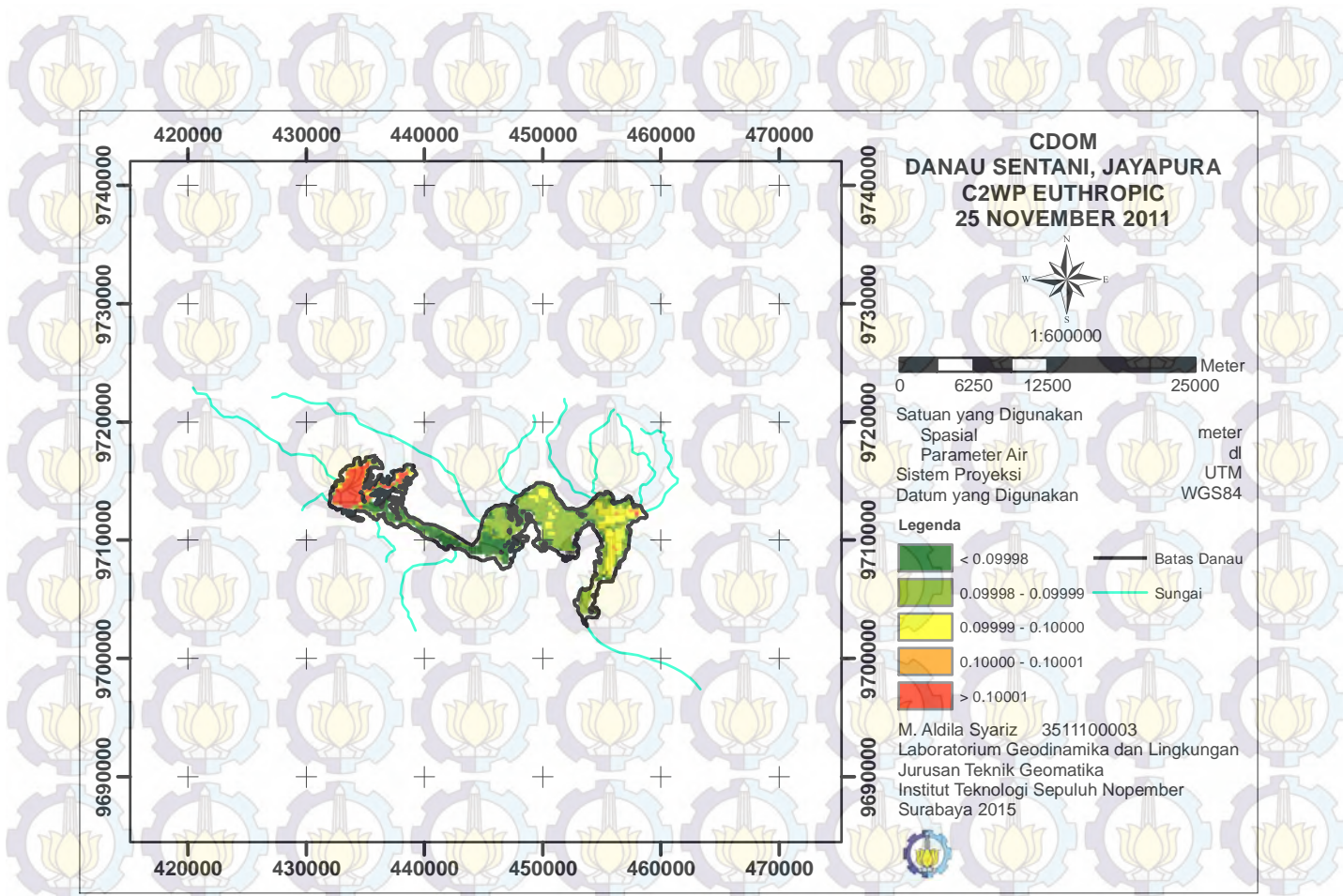


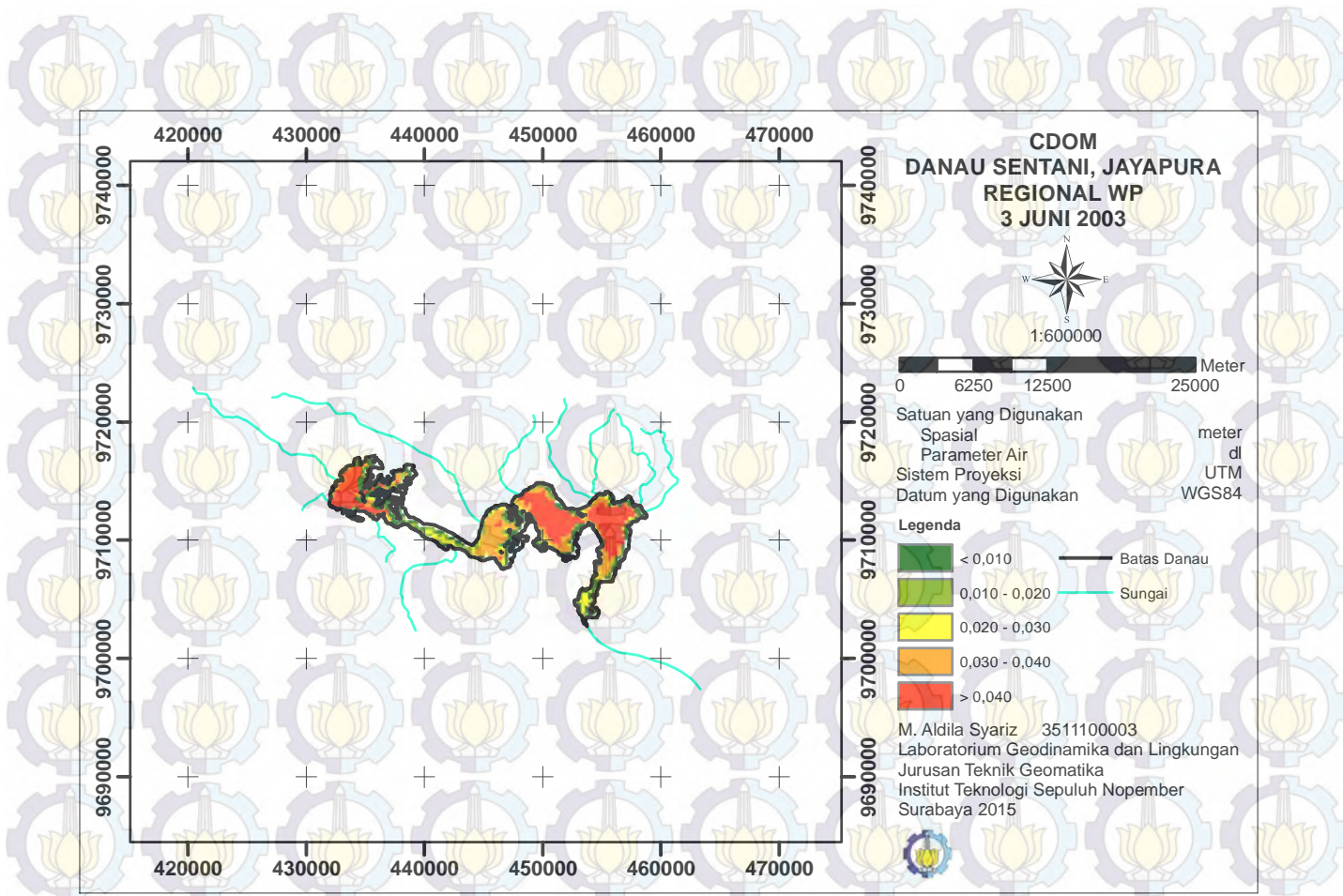
mengidentifikasi tutupan lahan. Serta kriteria citra MERIS yang dibuat khusus untuk daerah perairan



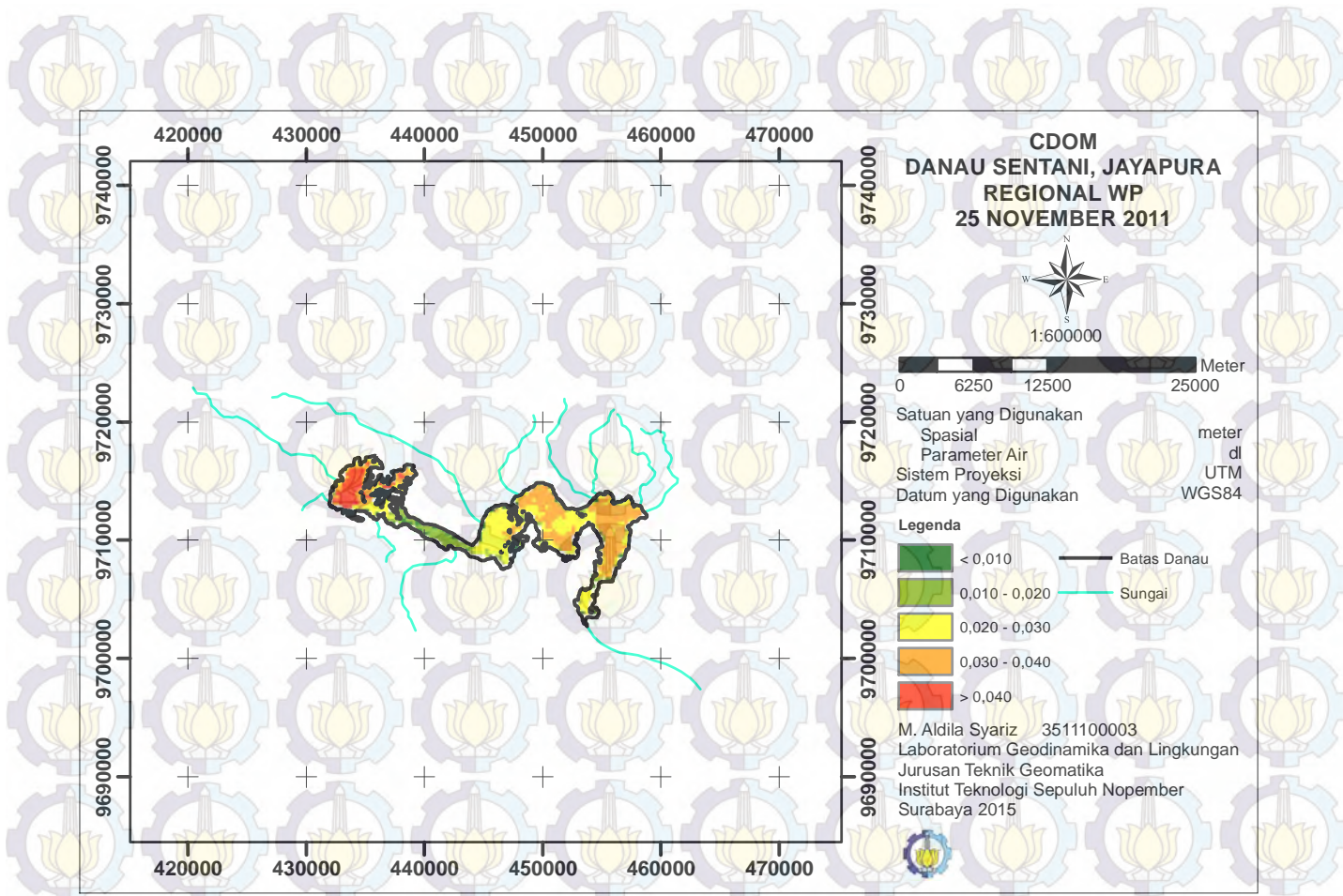


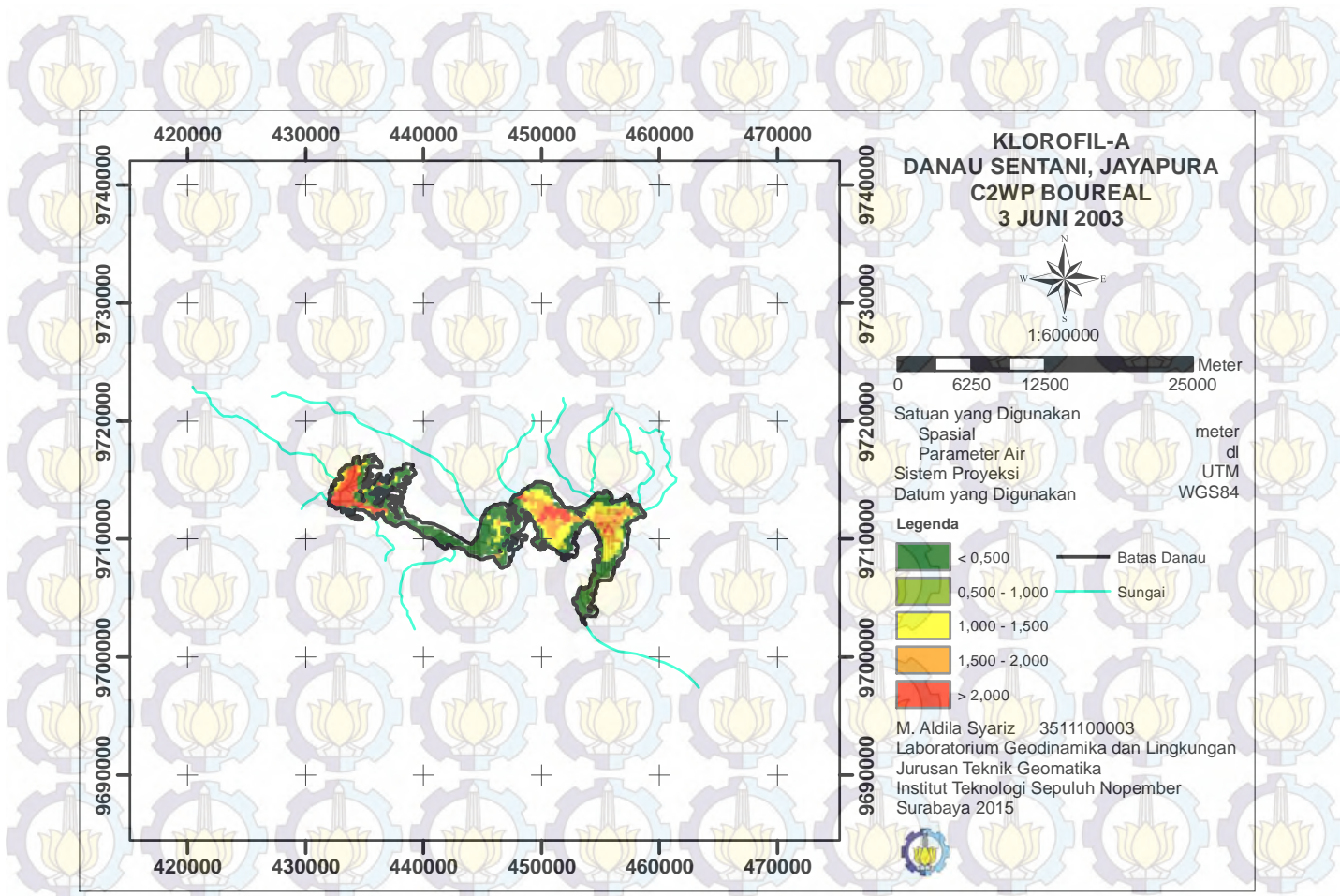




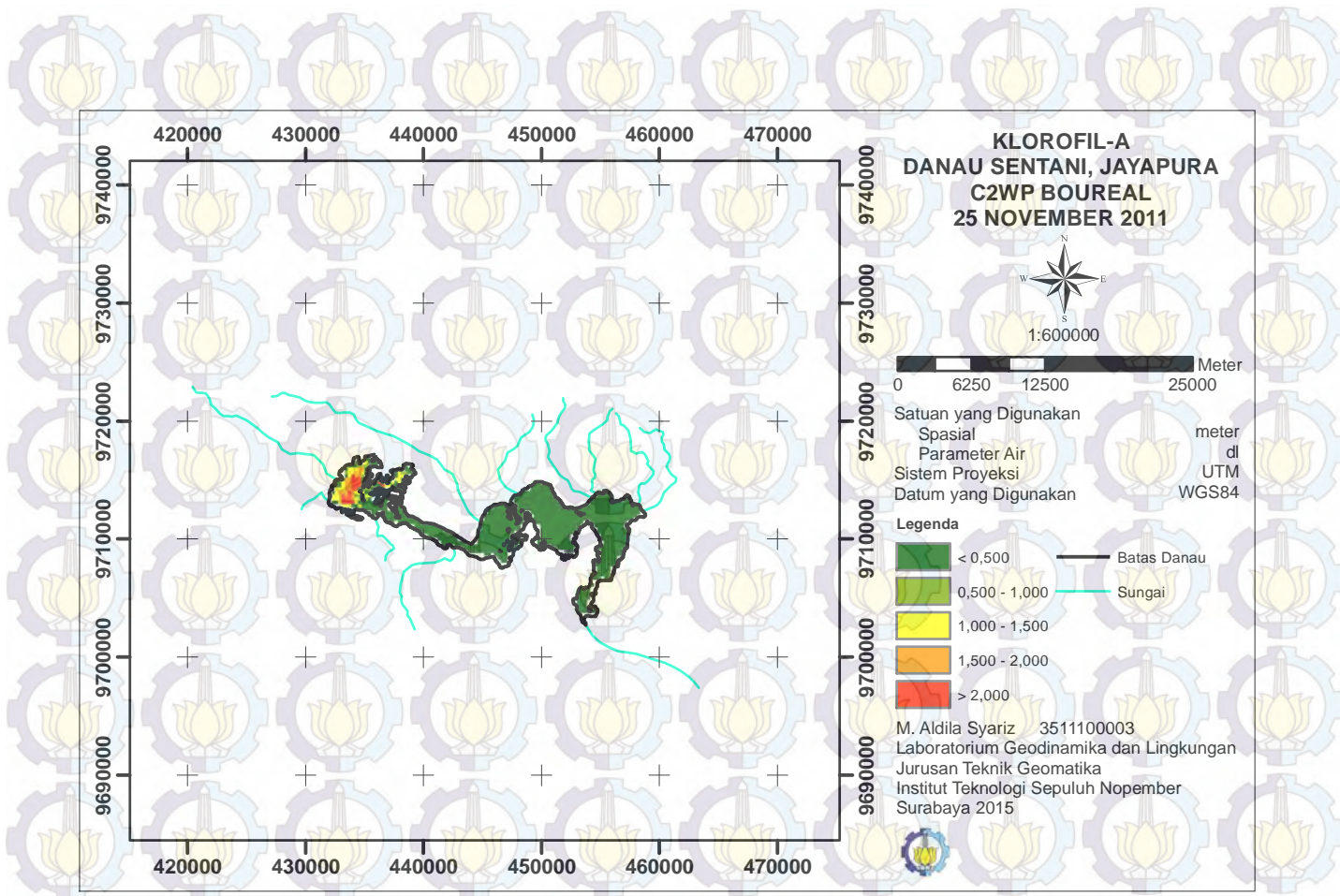




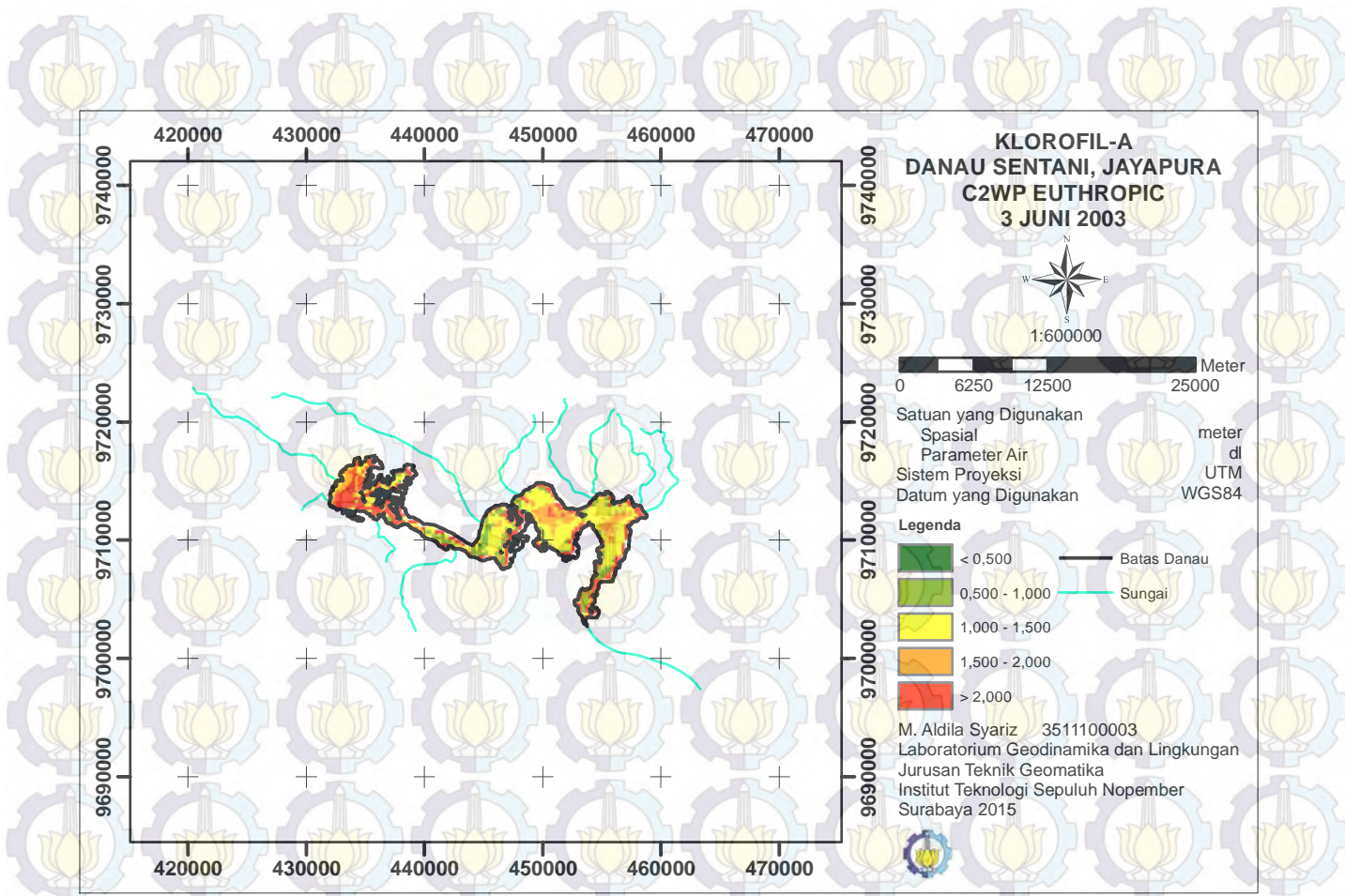


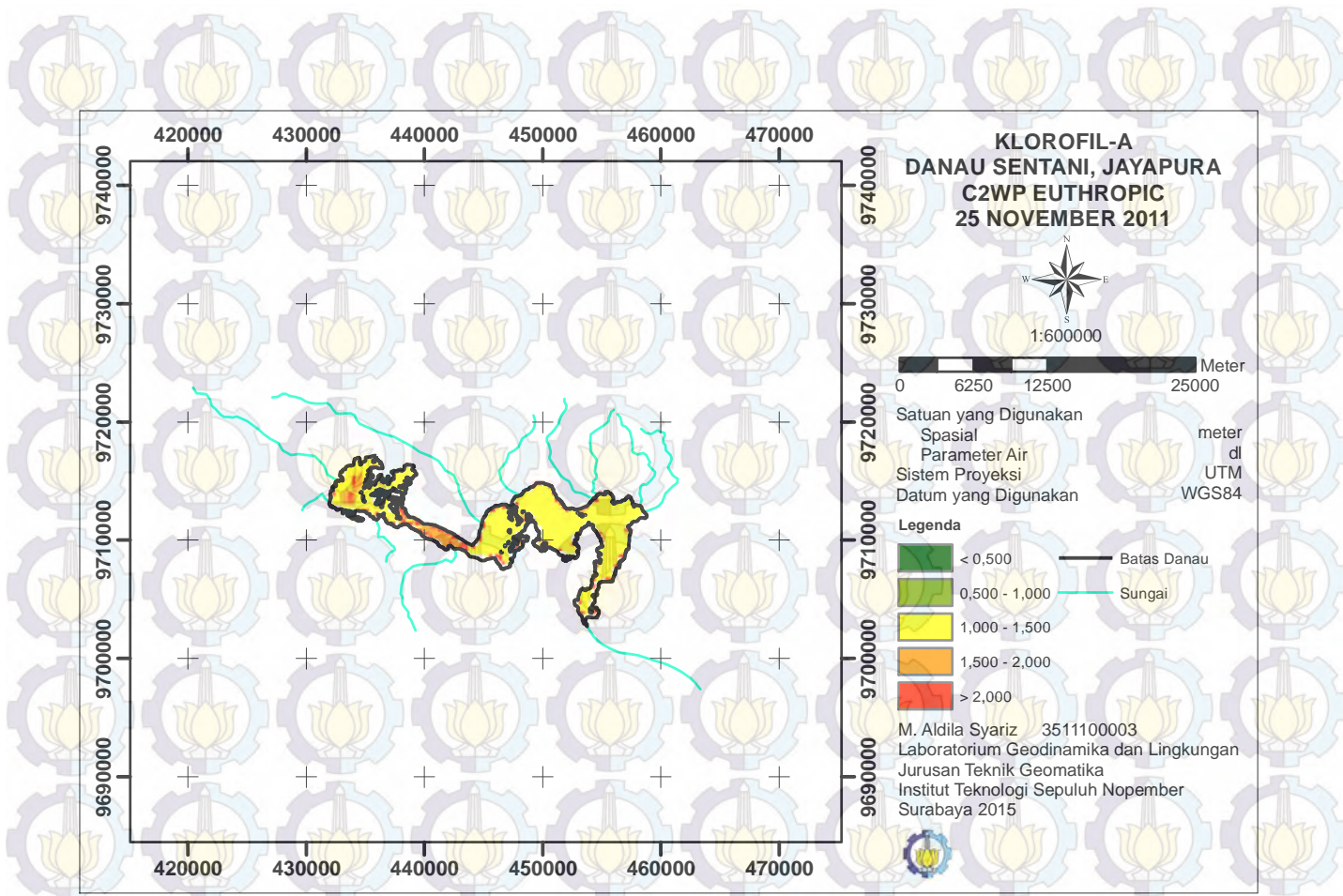














# **KLOROFIL-A DANAU SENTANI, JAYAPURA REGIONAL WP 3 JUNI 2003**



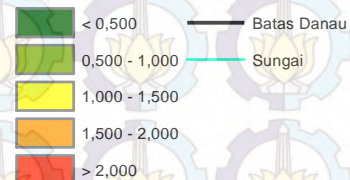
1:600000



Satuan yang Digunakan  
Spasial  
Parameter Air  
Sistem Proyeksi  
Datum yang Digunakan

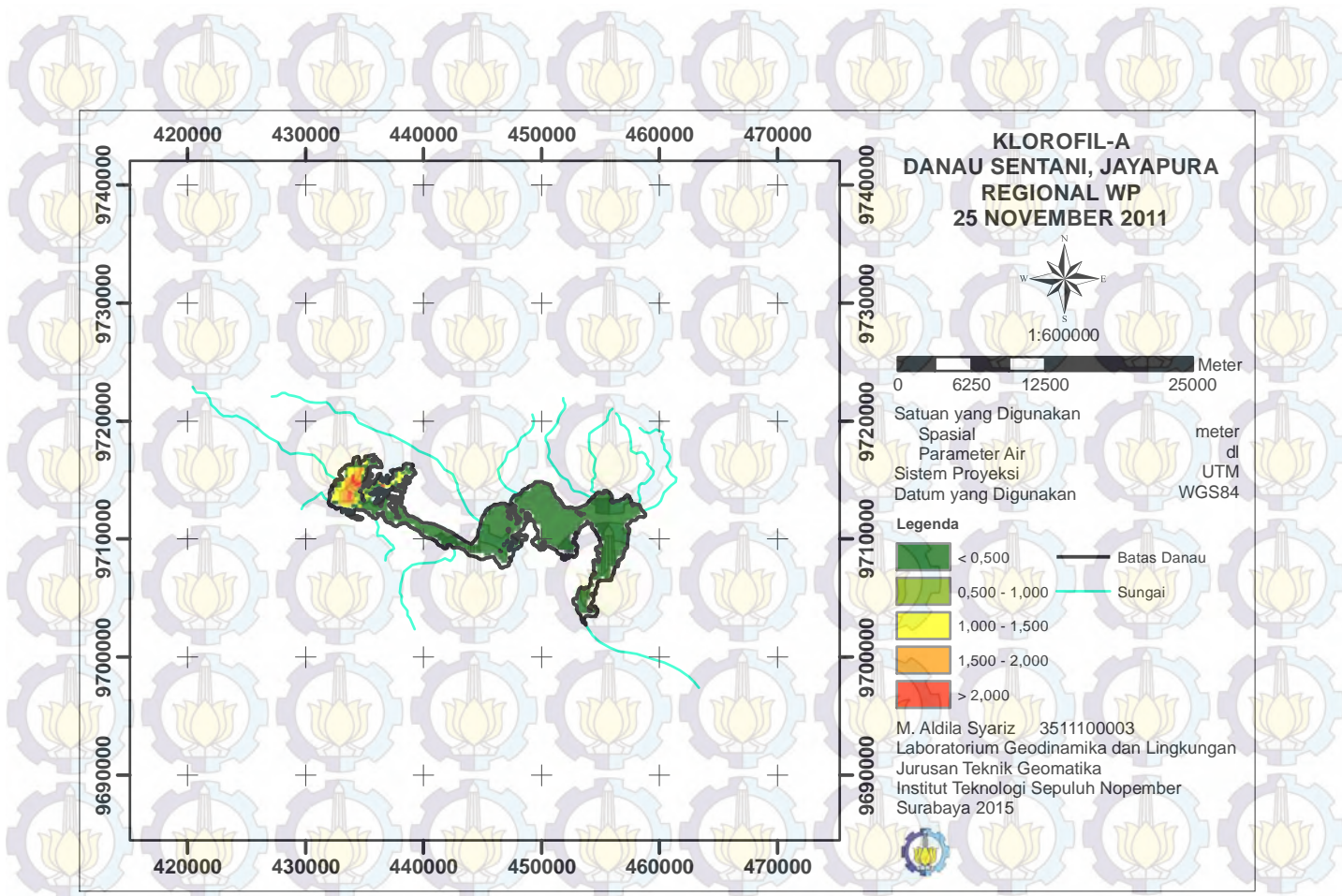
meter  
dl  
UTM  
WGS84

## **Legenda**

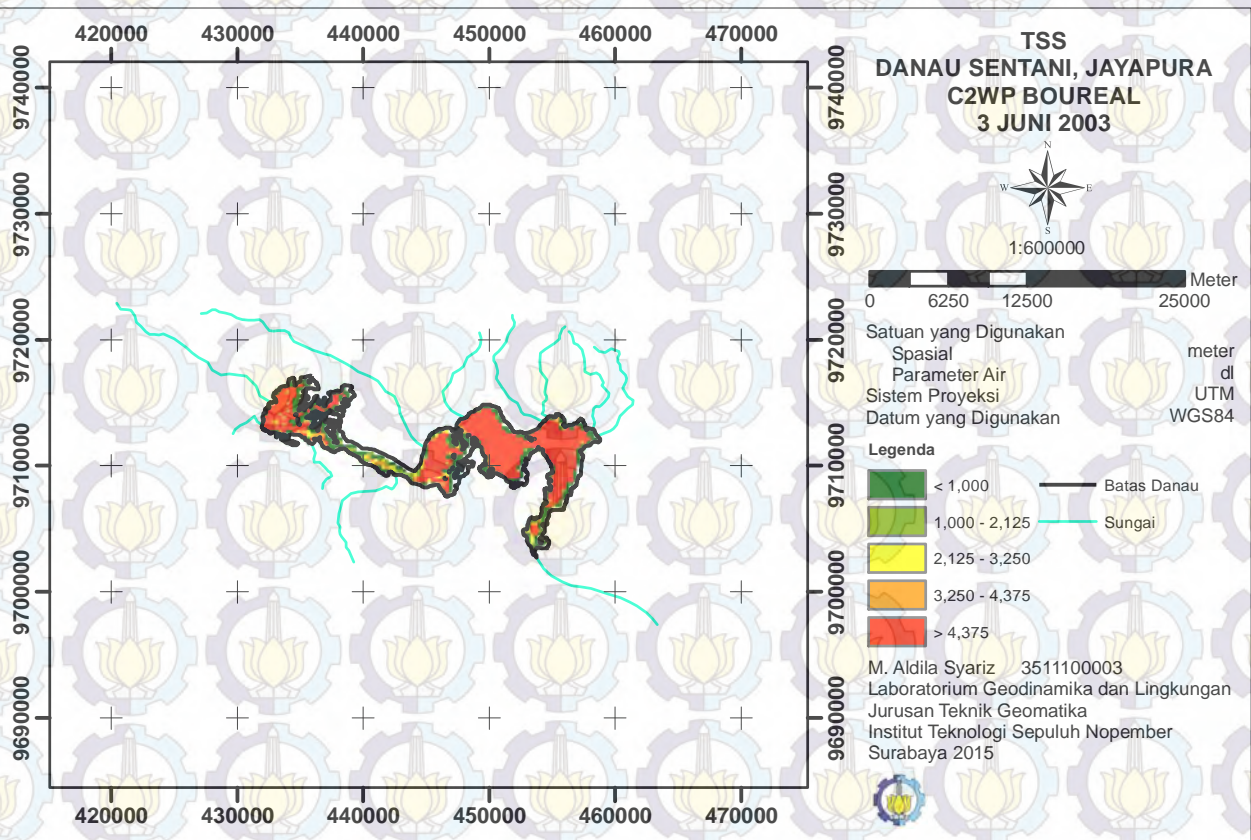


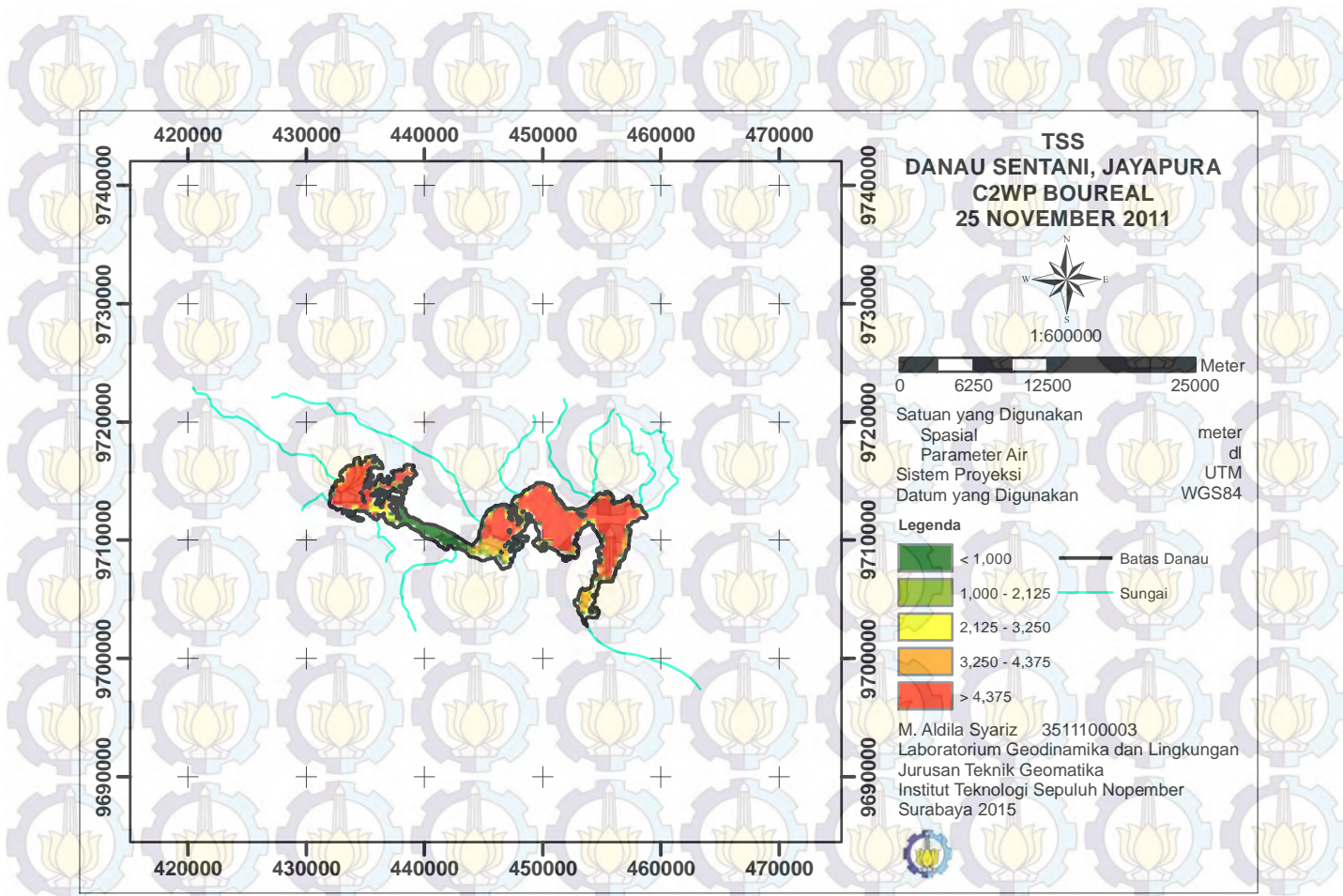
M. Aldila Syariz 3511100003  
Laboratorium Geodinamika dan Lingkungan  
Jurusan Teknik Geomatika  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



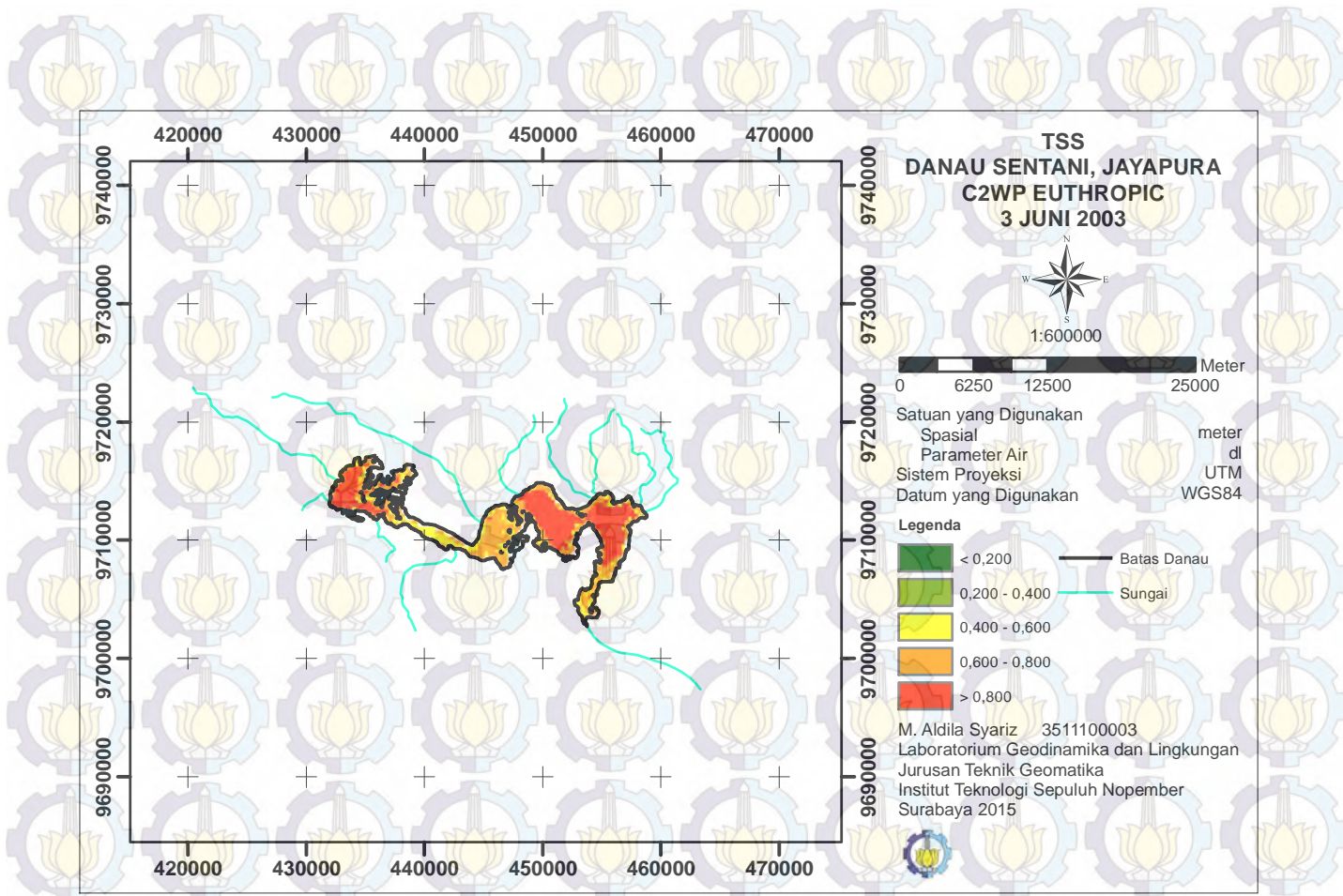


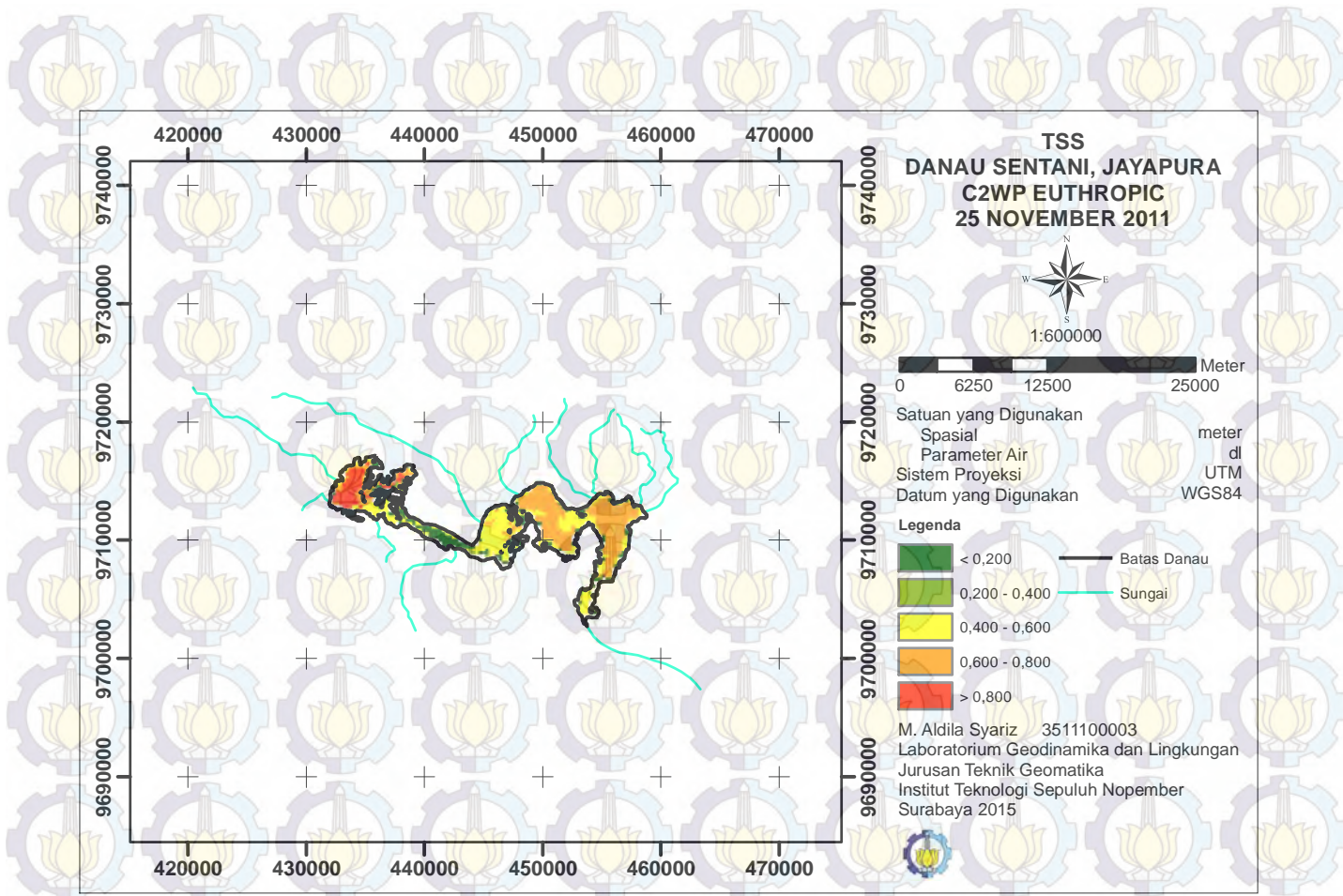




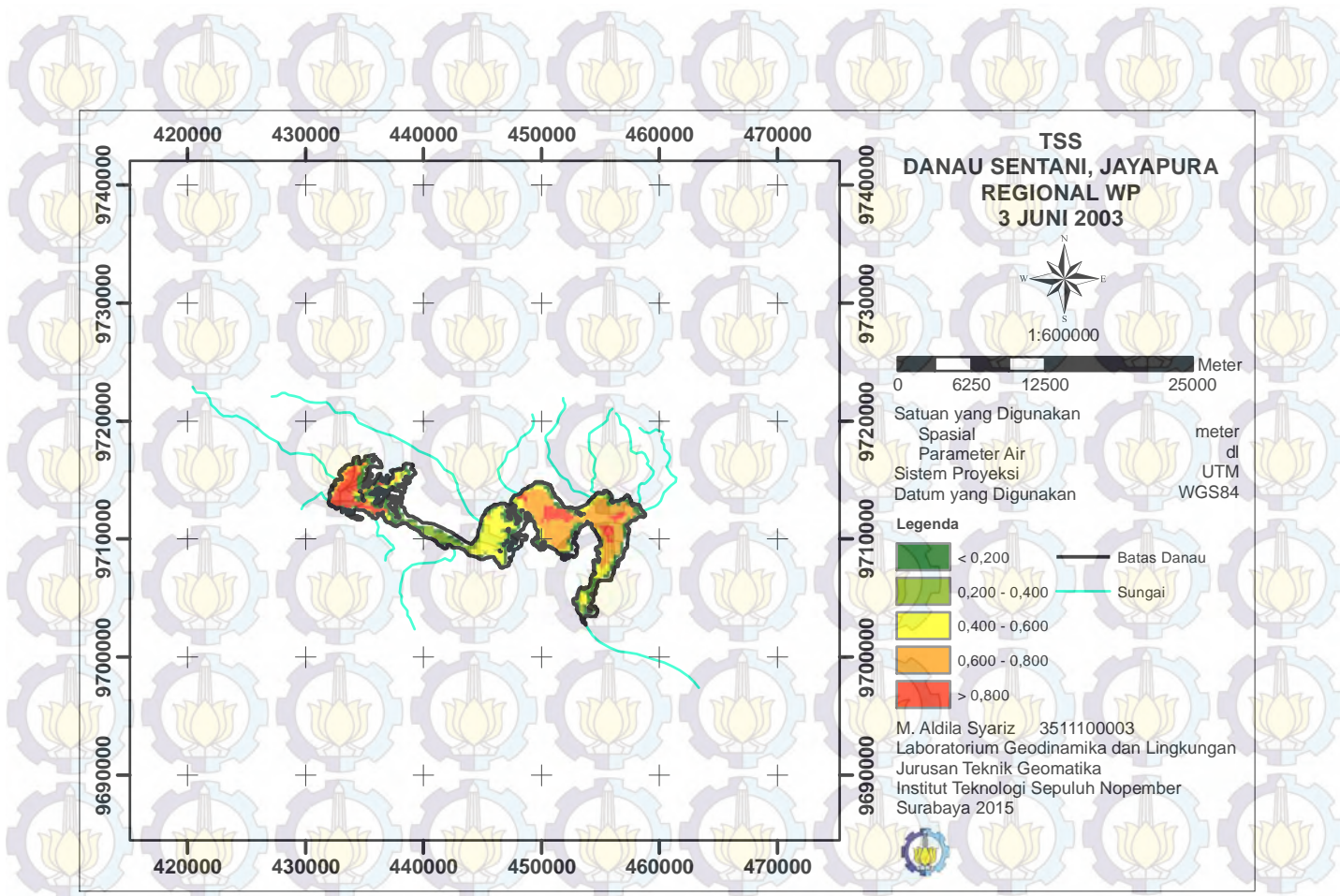


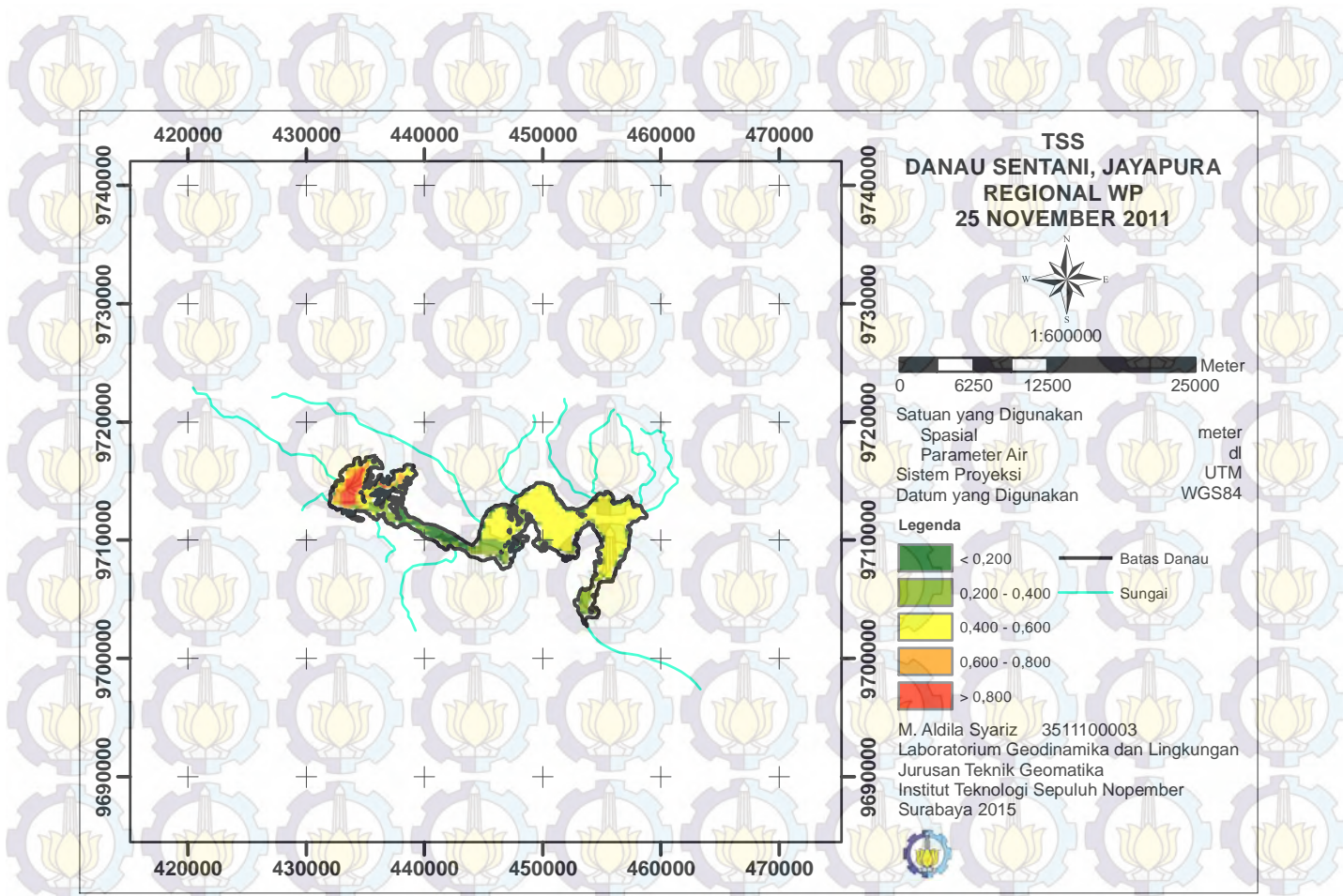




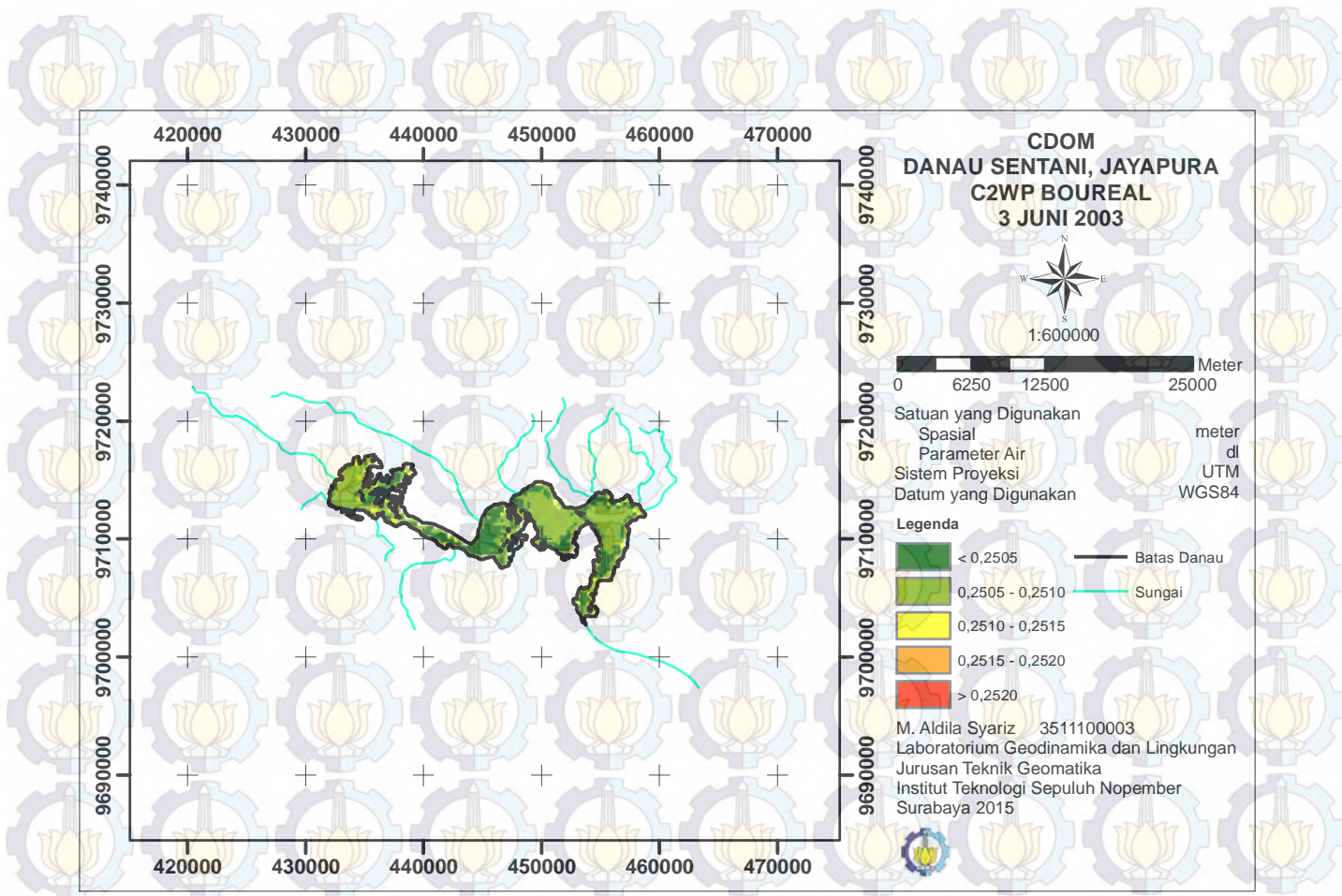












140°10'0"E 140°20'0"E 140°30'0"E 140°40'0"E 140°50'0"E 141°0'0"E

2°20'0"S

2°30'0"S

2°40'0"S

2°50'0"S

3°0'0"S

140°10'0"E 140°20'0"E 140°30'0"E 140°40'0"E 140°50'0"E 141°0'0"E

**PETA TUTUPAN LAHAN  
DAERAH SEMPAKAN DANAU SENTANI  
3 JUNI 2003**



1:600000







0 10500 21000 42000  
Meter

Satuan yang Digunakan  
Datum yang Digunakan  
Satelit yang Digunakan  
Sensor yang Digunakan

Meter  
WGS 1984  
Envisat  
MERIS

Peta ini dibuat dalam rangka menyelesaikan penelitian  
tugas akhir Teknik Geomatika ITS

**Legenda**

- |   |            |  |             |
|---|------------|--|-------------|
|    | Air/Awan   |   | Batas Danau |
|   | Permukiman |  | Sungai      |
|  | Tanah      |  |             |
|  | Vegetasi   |  |             |

Nama Mahasiswa  
**M. Aldila Syariz** (3511100003)  
Nama Dosen Pembimbing  
**Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

Lab. Geodinamika dan Lingkungan  
Jurusan Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015





140°10'0"E 140°20'0"E 140°30'0"E 140°40'0"E 140°50'0"E 141°0'0"E



140°10'0"E 140°20'0"E 140°30'0"E 140°40'0"E 140°50'0"E 141°0'0"E

**PETA TUTUPAN LAHAN  
DAERAH SEMPAKAN DANAU SENTANI  
25 NOVEMBER 2011**



1:600000







0 10500 21000 42000  
Meter

Satuan yang Digunakan  
Datum yang Digunakan  
Satelit yang Digunakan  
Sensor yang Digunakan

Meter  
WGS 1984  
Envisat  
MERIS

Peta ini dibuat dalam rangka menyelesaikan penelitian  
tugas akhir Teknik Geomatika ITS

**Legenda**

- |   |            |  |             |
|---|------------|--|-------------|
|    | Air/Awan   |   | Batas Danau |
|   | Permukiman |  | Sungai      |
|  | Tanah      |  |             |
|  | Vegetasi   |  |             |

Nama Mahasiswa  
**M. Aldila Syariz** (3511100003)  
Nama Dosen Pembimbing  
**Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D.**

Lab. Geodinamika dan Lingkungan  
Jurusan Teknik Geomatika  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pamekasan, 11 Oktober 1992 dan merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Alm. Sjamsul Arifin Azis dan Sundari Maduratni. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Nurul Hikmah, SD Negeri Barurambat Kota 1 Pamekasan, SMP Negeri 2 Pamekasan dan SMA Negeri 1 Pamekasan. Saat ini, penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan S1 Teknik Geomatika FTSP-ITS melalui program SNMPTN Undangan pada tahun 2011. Penulis terdaftar dengan

NRP 3511 100 003 dan memilih bidang ilmu Penginderaan Jauh. Pada masa SMA, penulis aktif dalam beberapa organisasi yaitu Pelajar Islam Indonesia dan Karya Ilmiah Remaja. Prestasi yang pernah diraih adalah Finalis Karya Ilmiah Remaja pada tahun 2010 yang diadakan oleh Universitas Trunojoyo Madura, Juara 3 Olimpiade Matematika se-Madura pada tahun 2010 yang diadakan oleh Universitas Madura dan Juara 1 Olimpiade Matematika se-Pamekasan pada tahun 2011 yang diadakan oleh Universitas Islam Madura. Sedangkan di bangku kuliah, penulis aktif dalam keanggotaan HIMAGE-ITS. Dalam beberapa kesempatan, penulis diberikan amanat untuk menjadi ketua dalam suatu kegiatan yang diadakan oleh jurusan dan himpunan.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***